

## Trabajo Fin de Grado

# LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL EJÉRCITO DE TIERRA. ANÁLISIS DE SU EXPLOTACIÓN A TRAVÉS DE CARTA DIGITAL

Autor

Miguel Ivorra Ferrer

Directores

Javier Martínez Torres

Pablo Casado García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2014-2015



## Agradecimientos

En primer lugar, mis agradecimientos van dirigidos a los directores del Trabajo Fin de Grado, el Dr. del Centro Universitario de la Defensa D. Javier Martínez Torres, y el Capitán Jefe de la 3ª Compañía de la VII Bandera "Valenzuela" de la Legión D. Pablo Casado García por su disponibilidad incondicional a lo largo de todo el trabajo y, sobre todo, por haber compartido su profesionalidad, sus conocimientos y experiencias de una manera tan docente y cercana.

También me gustaría dirigir mis agradecimientos a todo el personal profesional que ha contribuido en la realización de esta memoria. De los cuales me gustaría destacar a la Dra. del Centro Universitario de la Defensa Dña. Teresa Lamelas Gracia, al TCol. Jefe del Departamento de Geodesia y Topografía de la Escuela de Guerra del Ejército D. Joaquín Juliani Aguado y al TCol. profesor del Departamento de Geodesia y Topografía de la Escuela de Guerra del Ejército D. Wenceslao Lorenzo Romero, por haber facilitado la búsqueda de información sobre el sujeto y haber contribuido a mi formación técnica en la materia.

Quiero reconocer a todo el personal militar perteneciente al Tercio "Don Juan de Austria" 3º de la Legión su caluroso acogimiento durante el periodo de Prácticas Externas y su inmensurable contribución a mi formación como futuro Oficial del Ejército de Tierra.

Finalmente, me gustaría dedicar un espacio de los agradecimientos a mi familia, que con sus consejos, orientaciones y estímulos mantienen viva la motivación que me permite terminar las tareas más arduas. Su apoyo incondicional hace posible todos y cada uno de mis logros.



# Índice

Agradecimientos .....	III
Lista de Abreviaturas .....	IX
Resumen .....	XIII
<b>1 Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Propósito del proyecto .....	1
1.2 Objetivos del trabajo .....	1
1.3 Metodología .....	2
1.4 Lecciones aprendidas .....	2
1.5 Estructura del trabajo .....	2
<b>2 Estado del arte de la Ingeniería Geográfica en el Ejército de Tierra .....</b>	<b>2</b>
2.1 Políticas patrón en materia de Información Geográfica de ámbito internacional .....	3
2.2 Arquitectura geográfica en la Administración General del Estado .....	4
2.2.1 El Sistema Cartográfico Nacional .....	4
2.2.2 El marco legislativo de la Información Geográfica .....	4
2.2.3 El Ministerio de Fomento .....	5
2.2.4 El Ministerio de Defensa .....	5
2.2.4.1 La Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Defensa .....	5
2.2.4.2 La producción de Información Geográfica en el Ministerio de Defensa .....	5
2.3 Arquitectura geográfica en el Ejército de Tierra .....	6
2.3.1 Apoyo geográfico en el Ejército de Tierra .....	6
2.3.1.1 Tipos de apoyo geográfico .....	6
2.3.1.2 Unidades que realizan el apoyo geográfico .....	7
2.3.1.3 Cooperación internacional .....	8
2.3.2 Estándares y productos normalizados .....	9
2.3.3 Distribución y difusión de la Información Geográfica en el Ejército de Tierra .....	10
2.3.3.1 Clases de productos cartográficos en el Ejército de Tierra .....	11
2.3.3.2 Procedimiento de solicitud y distribución de productos cartográficos .....	11

<b>3 La Información Geográfica en apoyo a ejercicios y operaciones .....</b>	<b>11</b>
3.1 Explotación de la Información Geográfica a través de un Sistema de Información Geográfica .....	12
3.2 Análisis de Carta Digital .....	12
3.2.1 Usuarios .....	12
3.2.2 Identificación de funciones potencialmente útiles de Carta Digital .....	13
3.2.3 Evaluación de las funciones de Carta Digital .....	14
3.2.3.1 Análisis de viabilidad .....	14
3.2.3.2 Análisis de utilidad .....	15
3.2.4 Líneas de mejora .....	15
3.2.4.1 Propuesta de inversión y desarrollo de Carta Digital .....	15
3.2.4.2 Propuesta de adquisición de un SIG comercial .....	18
<b>4 Conclusiones .....</b>	<b>18</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>21</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>25</b>
Anexo A. Objetivos principales de las políticas patrón en materia de Información Geográfica de ámbito internacional.....	27
Anexo B. Información Geográfica en la Administración General del Estado .....	28
Anexo C. Composición del Sistema Cartográfico Nacional .....	29
Anexo D. Marco legislativo de la Información Geográfica en ámbito nacional .....	31
Anexo E. Marco legislativo de la Información Geográfica en ámbito internacional .....	33
Anexo F. Producción de Información Geográfica en el Ministerio de Defensa .....	35
Anexo G. Tipos de Apoyo Geográfico .....	36
Anexo H. El Centro Geográfico del Ejército de Tierra .....	37
Anexo I. La Unidad Geográfica del Ejército de Tierra .....	40
Anexo J. Las células de apoyo geográfico en Cuarteles Generales .....	42
Anexo K. Series Cartográficas .....	43
Anexo L. Niveles de clasificación de la Información Geográfica .....	44
Anexo M. Difusión y distribución de productos cartográficos en el Ejército de Tierra .....	45
Anexo N. Explotación de la Información Geográfica a través de programas digitales .....	48

Anexo O. Identificación de funciones potencialmente útiles de Carta Digital para Pequeñas Unidades de Infantería Ligera en apoyo a ejercicios y operaciones .....	50
Anexo P. Desarrollo de las funciones potencialmente útiles de Carta Digital para Pequeñas Unidades de Infantería Ligera en apoyo a ejercicios y operaciones .....	51
Anexo Q. Análisis de viabilidad de las funciones de Carta Digital .....	55
Anexo R. Líneas de mejora .....	57





## Lista de Abreviaturas

AGE:	Administración General del Estado
APP:	Allied Procedural Publication
CCAA:	Comunidades Autónomas
CD:	Carta Digital
CEGET:	Centro Geográfico del Ejército de Tierra
CESET:	Centro de Situación del Ejército de Tierra
CG:	Cuartel General
CGTAD:	Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad
CIFAS:	Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas
CNI:	Centro Nacional de Inteligencia
CNIG:	Centro Nacional de Información Geográfica
DAFO:	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DGIWG:	Defence Geospatial Information Working Group
DIGENIN:	Dirección General de Infraestructura
DIVOPE:	División de Operaciones
DTED:	Digital Terrain Elevation Data
EME:	Estado Mayor del Ejército
ET:	Ejército de Tierra
ETRS89:	European Terrestrial Reference System 1989
FAS:	Fuerzas Armadas
GIS:	Geographic Information System
GNSS:	Global Navigation Satellite System
GPS:	Global Positioning System
GSIP:	GEOINT Structure Implementation Profile
GU:	Grandes Unidades
HQ:	Headquarters
IDE:	Infraestructura de Datos Espaciales
IDEE:	Infraestructura de Datos Espaciales de España

IED:	Improvised Explosive Device
IEEE:	Instituto Español de Estudios Estratégicos
IG:	Información Geográfica
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
IGW:	International Geospatial Warehouse
INSPIRE:	Infrastructure for Spatial Information in Europe
INTE:	Integración Terreno Enemigo
JCISAT:	Jefatura de Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica
JEME:	Jefe de Estado Mayor del Ejército
LIDAR:	Laser Imaging Detection and Ranging
LISIGE:	Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España
MDT:	Modelo De Terreno
MGCP:	Multinational Geospatial Co-Production Program
MINISDEF:	Ministerio de Defensa
NGA:	Nacional Geospatial-Intelligence Agency
NGIF:	NATO Geospatial Information Framework
NMA:	National Mapping Agency
OGC:	Open Geospatial Consortium
OTAN:	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCN:	Plan Cartográfico Nacional
PEXT:	Prácticas Externas
PGO:	Política Geoespacial de la OTAN
PLMM:	Planas Mayores de Mando
PPIET:	Plan Permanente de Inteligencia del Ejército de Tierra
PU:	Pequeñas Unidades
RD:	Real Decreto
REGCAN95:	Red Geodésica de Canarias 1995
SCN:	Sistema Cartográfico Nacional
SDGTIC:	Subdirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
SEDEF:	Secretaría de Estado de Defensa

<b>SEPRE:</b>	Sección de Preparación
<b>SETRE:</b>	Servicio de Transporte Regular del Ejército
<b>SIG:</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SIGMIL:</b>	Sistema de Información Geográfica Militar
<b>SINTSE:</b>	Sección de Inteligencia y Seguridad
<b>SQL:</b>	Structured Query Language
<b>STANAG:</b>	Standarization Agreement
<b>UCG:</b>	Unidad de Coordinación Geográfica
<b>UCO:</b>	Unidad, Centro u Organismo
<b>UE:</b>	Unión Europea
<b>UGET:</b>	Unidad Geográfica del Ejército de Tierra
<b>UME:</b>	Unidad Militar de Emergencias
<b>UTM:</b>	Universal Transversa Mercator
<b>VMAP:</b>	Vector Smart Map
<b>WCS:</b>	Web Coverage Service
<b>WFS:</b>	Web Feature Service
<b>WGS-84:</b>	World Geodetic System 19845
<b>WMS:</b>	Web Map Service
<b>WPS:</b>	Web Processing Service



## Resumen

La Información Geográfica es un ámbito imprescindible para el desarrollo de la actividad humana y más aún en el ámbito militar, donde constituye un recurso estratégico y crítico. La gran amplitud y complejidad del tema, fruto de la evolución tecnológica, hacen muy complicado su estudio hoy en día. La presente memoria pretende ofrecer al lector un documento de referencia actualizado. Por un lado, presenta un *review* de los marcos interno y externo que conforman la Ingeniería Geográfica del Ejército de Tierra, encargada de satisfacer las necesidades geográficas de todas las Unidades. Por otro lado, recoge el análisis realizado sobre la principal herramienta de tratamiento de datos geoespaciales en el Ejército, Carta Digital, permitiendo tanto ensalzar la importancia de la explotación de la Información Geográfica en apoyo al proceso de toma de decisión en ejercicios y operaciones, como maximizar dicha explotación incluso a través de propuestas de mejora.

## Abstract

Geographic Information is an essential area for the development of human activity and so for the military, for whom it constitutes a strategic and critical resource. The vast scope and complexity of the subject, due to technological developments, make it a very complicated area to study. This work aims to offer the reader an updated reference document on this issue. On the one hand, it presents a review of the internal and external frameworks that make up the whole field of Geographic Engineering, which satisfies the needs of all military units concerning Geospatial Information. On the other hand, the work focuses on the analysis of Carta Digital, which is the main tool for the treatment of geospatial data in the Army. This analysis highlights the importance of using Geographic Information in support of the decision-making process in military exercises and operations and furthermore enables us to maximize such use including even improvement proposals.



## 1 Introducción

La Información Geográfica ha sido, es y será una constante en la historia del ser humano, prueba de ello es la profunda impronta geográfica y la fuerte dimensión geoespacial presentes en las diferentes tareas que históricamente han desarrollado las distintas civilizaciones. Actualmente, la Información Geográfica (IG) sigue de la mano de la evolución del hombre, ya que prácticamente ningún fenómeno resulta comprensible si se prescinde de su localización, extensión o distribución geográfica.

El conocimiento geográfico siempre ha sido un recurso estratégico a la par que crítico. La transmisión más tradicional de dicho conocimiento es la representación del mismo en soporte físico; es decir, mediante la cartografía. Sin embargo, como la sociedad actual se encuentra inmersa en una era digital, el volumen de datos geoespaciales a generar, analizar, difundir e intercambiar es tal, que el tradicional concepto de mapa es insuficiente. Como consecuencia, en las últimas décadas han surgido nuevos conceptos más amplios como puede ser la Ingeniería Geográfica, que engloba un amplio abanico de herramientas y organismos capaces de gestionar el volumen actual de IG.

La íntima y recíproca relación entre la Ingeniería Geográfica y los avances científicos y tecnológicos desarrollados en la sociedad ha contribuido al impulso de la evolución de los procesos de Información Geográfica. Esta evolución técnica de los productos cartográficos digitales se ha materializado, en la sociedad, en un desplazamiento de roles en el que la tradicional cartografía en papel pasa a ser un producto derivado de la digital.

### 1.1 Propósito del proyecto

El propósito de la siguiente memoria es el de presentar un documento de referencia para todo aquel usuario potencial del Ejército de Tierra (ET) que quiera inicializarse en la materia y que, sin necesidad de recibir la formación específica, le permita adquirir un conocimiento general actualizado de la Información Geográfica en el ET y de su principal herramienta de tratamiento de datos geoespaciales, Carta Digital (CD); con la finalidad de maximizar su explotación en apoyo a ejercicios y operaciones de Pequeñas Unidades de Infantería Ligera.

### 1.2 Objetivos del trabajo

Con el fin de alcanzar el propósito citado, se establecen los siguientes objetivos:

1) Presentar de manera clara un estado del arte simplificado, pero completo, de la Ingeniería Geográfica del Ejército de Tierra.

1.1) Identificar el marco externo, tanto internacional como nacional, al que se someten las actividades del Ejército de Tierra en materia de Información Geográfica.

1.2) Identificar el marco interno que satisface las necesidades de IG en el ET.

2) Analizar Carta Digital como herramienta de explotación de IG en apoyo a ejercicios y operaciones de Pequeñas Unidades de Infantería Ligera.

2.1) Identificar las funciones de CD potencialmente útiles para este tipo de Unidades en ambiente táctico.

2.2) Analizar y evaluar la implementación de las funciones identificadas.

2.3) Presentar, si existen, propuestas de mejora que permitan solventar las carencias identificadas en la explotación de la IG a través de CD.

### 1.3 Metodología

El proceso de investigación ejecutado para la realización del presente trabajo consiste en la materialización del compendio de conocimientos adquiridos a lo largo del Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Dicho proceso se ha ejecutado en tres fases: primero, la recopilación de información en relación con la materia; segundo, la aplicación de la metodología clásica de análisis exhaustivo de la información recabada; y por último, la redacción de la memoria.

La fase de análisis de la información, periodo crítico y elemental en el proceso de investigación, se ejecutó en dos tiempos. En un primer lugar se cercioró la veracidad de la información y de las fuentes disponibles. Posteriormente, se procedió al análisis propiamente dicho de la documentación, mediante herramientas de uso común en proyectos de investigación como pueden ser el *Brainstorming*, las entrevistas con expertos, las encuestas, el *Benchmarking* o el análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

### 1.4 Lecciones aprendidas

La metodología implementada permite destacar las siguientes lecciones aprendidas:

- La información constituye un recurso crítico en cualquier proyecto de investigación. A su vez el concepto de información engloba otros dos: la fuente de información y la documentación. Por un lado, contactar con la fuente idónea contribuye enormemente a la economía de medios y de tiempo en un proyecto. Por otro lado, la documentación conforma el cimiento sobre el cual se erigirá el trabajo, por lo que resulta imprescindible comprobar su veracidad permitiendo además, aportar fundamento y notoriedad al trabajo.

- Es importante dotar de flexibilidad al proyecto para ser capaz de paliar los inconvenientes que surjan en el trabajo y poder incluir los nuevos desafíos que se presentan a medida que se analiza la información.

- Una secuencia de trabajo organizada es crucial. Dentro de la organización del *Project Charter* cabe destacar la necesidad de establecer puntos de control para comprobar que los requerimientos establecidos se cumplen y que la calidad del proyecto es la adecuada.

- Una visión de conjunto sobre la totalidad del proyecto garantiza la gestión integral del trabajo. Es decir, conviene disponer de los conocimientos y medios adecuados para gestionar simultáneamente todas las fases y elementos que constituyen un proyecto.

### 1.5 Estructura del trabajo

El siguiente trabajo está dividido en diferentes partes. En primer lugar, en la introducción se redacta brevemente la evolución de la IG en el tiempo y además, se establece el alcance del proyecto. Seguidamente, en el cuerpo de la memoria se presentan dos bloques. El primero contiene el estado del arte de la Ingeniería Geográfica en el ET, en el cual se analiza tanto el marco externo como el interno de la Información Geográfica. El segundo bloque analiza la explotación de esa IG presentada a través de CD y se proponen unas líneas futuras de mejora sobre la problemática identificada. Por último se exponen las conclusiones del estudio.

## 2 Estado del arte de la Ingeniería Geográfica en el Ejército de Tierra

Como se ha citado en el capítulo introductorio, el volumen de datos geoespaciales que se debe gestionar en la actualidad ha propiciado el desarrollo de nuevos conceptos como el de la Ingeniería Geográfica. Este concepto se



define como la ciencia que engloba todos los medios necesarios de obtención, producción, almacenamiento, difusión, tratamiento y análisis de IG para satisfacer el apoyo geográfico de los usuarios.

La Ingeniería Geográfica en el ET es por tanto, todo aquello en relación con la IG responsable de proporcionar apoyo geográfico a las Unidades del ET. En adición, la pertenencia de la Nación española y de sus Fuerzas Armadas (FAS) a organizaciones supranacionales demanda la adecuación de la política geoespacial española a iniciativas y regulaciones de mayor alcance. Como consecuencia de la íntima relación existente entre los órganos productores de IG del Ejército con el resto de organismos productores de las FAS y con otros organismos públicos del Estado e internacionales, resulta inevitable la superposición de la esfera internacional con la nacional, y de la civil con la militar, haciendo del marco de la Ingeniería Geográfica del ET un marco amplio y complejo.

Con el fin de facilitar la comprensión del estado del arte, en la siguiente ilustración se presenta esquemáticamente la secuencia que se seguirá en los epígrafes de este bloque, reflejando la dependencia de los diferentes ámbitos que constituyen la Ingeniería Geográfica del ET.

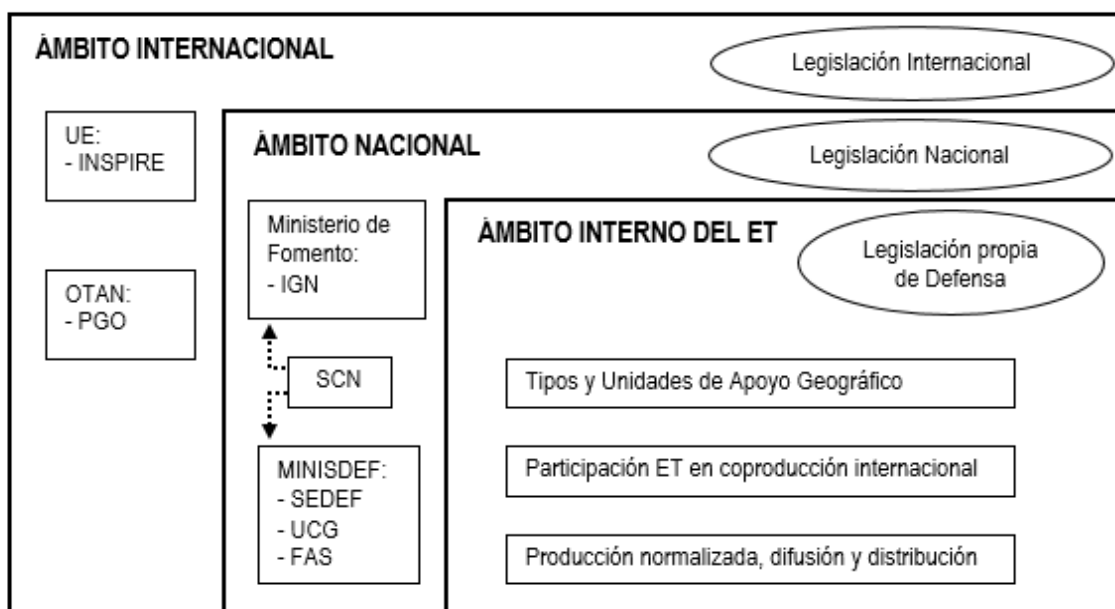


Ilustración 2.1. Esquema del estado del arte de la Ingeniería Geográfica en el Ejército de Tierra

## 2.1 Políticas patrón en materia de Información Geográfica de ámbito internacional

Son principalmente dos las políticas internacionales que establecen de forma amplia el ámbito en el que se encuadran las actividades de todas las entidades relacionadas con la IG:

- En el panorama europeo encontramos la iniciativa INSPIRE<sup>1</sup> (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*), cimiento de la actual Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. La Directiva 2007/2/CE por la que se establece la conocida INSPIRE, fue aprobada por el Parlamento y el Consejo de la Unión Europea el 14 de marzo de 2007 y entró en vigor 20 días después de su publicación.

INSPIRE constituye una referencia obligada en Europa ya que contiene las directrices guía de las políticas nacionales. El objeto de esta directiva es el de instar a las Administraciones Públicas a publicar servicios estándar en la web y a

<sup>1</sup> Los objetivos de esta directiva se presentan más detalladamente en la **Tabla A.1**.

compartir datos geográficos con otras Administraciones, ofreciendo un marco de interoperabilidad en el conjunto de los datos geográficos que se producen mediante el desarrollo de unas normas de implantación comunes [26].

- Paralelamente, la Política Geoespacial de la OTAN<sup>2</sup> (PGO), fue establecida en el documento del Comité Militar MC-0296 y tiene por objeto el de "proporcionar la guía y dirección necesarias para un apoyo geoespacial coordinado y efectivo en el seno de la Alianza" [19].

Una de las corrientes en ámbito OTAN fruto directo de la PGO es "*fight of the same map*". Como indica su traducción, se pretende el "combate sobre el mismo mapa". Es decir, se pretende un doble objetivo: asegurar que en cada operación todos los usuarios utilicen la misma IG, y evitar que las naciones produzcan datos sobre una misma zona malgastando recursos [4].

## 2.2 Arquitectura geográfica en la Administración General del Estado

Prácticamente la totalidad de departamentos ministeriales de la Administración General del Estado (AGE) contribuye al Plan Cartográfico Nacional (PCN). En la **Ilustración B.1** se recogen las principales entidades colaboradoras en materia de producción geográfica así como sus dependencias orgánicas y funcionales.

### 2.2.1 El Sistema Cartográfico Nacional [13]

El Sistema Cartográfico Nacional (SCN) es un modelo de actuación regulado por el RD 1545/2007 en aplicación al desarrollo establecido anteriormente por la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía. Constituye el nexo de unión entre todas las Administraciones Públicas con objeto de coordinar la actuación de los diferentes operadores públicos cuyas competencias concurren en el ámbito de la IG, asegurando un ejercicio eficaz en la materia, evitando duplicidades y maximizando la economía de medios.

Para ello, el SCN regula, conforme a las iniciativas y modelos de la Unión Europea (UE) (en especial la directiva INSPIRE), las actividades ejecutadas por las funciones públicas en cuanto a recogida, almacenamiento, tratamiento y difusión de IG sobre el Territorio Nacional y su mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva. Para conseguir sus objetivos, el SCN dispone de una serie de organismos e instrumentos que se encuentran recogidos en el **Anexo C**.

### 2.2.2 El marco legislativo de la Información Geográfica

La posibilidad de acceso a la IG generada por las instancias públicas es posible tras la instauración del SCN. Sin embargo, como se ha podido apreciar en apartados anteriores, la cantidad de organismos tanto públicos como privados del ámbito civil y militar implicados en la producción de Información Geográfica en la AGE genera la necesidad de un concepto todavía no expuesto hasta el momento en la presente memoria, la normalización. La normalización, o estandarización, permite asentar las bases de un marco común en el que la Información Geoespacial generada por un organismo productor de cualquier índole, pueda ser utilizada por otro. En otras palabras, permite alcanzar la interoperabilidad.

La principal herramienta para integrar las actuaciones llevadas a cabo por cualquier agente perteneciente al extenso ámbito de la IG es el desarrollo normativo. Es decir, la estandarización a través de la legislación. Los primeros esbozos

---

<sup>2</sup> La PGO se recoge en detalle en la **Tabla A.2**.

de un marco legal en materia cartográfica los estableció la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía, cuyo objeto es "la ordenación de la producción cartográfica del Estado. Teniendo carácter de cartografía oficial aquella realizada con sujeción a las prescripciones de esta Ley por las Administraciones Públicas o bajo su dirección o control" [10].

Pero la punta de lanza en cuanto a normalización de la IG es la conocida ley LISIGE, Ley 14/2010, de 5 de julio del 2010, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España. Actúa de forma complementaria a lo establecido por la precedente Ley 7/1986 y constituye la transposición de la directiva europea INSPIRE al ordenamiento jurídico español. Además de legalizar definitivamente el SCN dictado en el el RD 1545/2007, cabe destacar de entre sus capítulos: la descripción de datos, metadatos y servicios geográficos interoperables y sus condiciones de acceso, la Infraestructura de Información Geográfica de la AGE, la organización de los servicios, producción y difusión de IG y cartografía oficiales, y la incorporación de derecho de la Unión Europea, INSPIRE [11].

La última década ha sido pródiga en el desarrollo normativo que afecta directa o indirectamente a la IG. Por ello, en la actualidad se dispone de un elevado número de normas que permiten no solo articular y ordenar la producción cooperativa e interoperable de IG, sino también acercar y poner a disposición de los usuarios estos recursos. El conjunto de tablas contenidas en el **Anexo D** y en el **Anexo E** recogen el compendio de leyes que, en ámbito nacional e internacional respectivamente, afectan explícita o implícitamente a la Información Geográfica producida por las Administraciones Públicas y, por ende, a la IG generada por el ET.

#### 2.2.3 El Ministerio de Fomento [26]

El Ministerio de Fomento es el mayor productor y usuario de IG en la AGE. La institución referente en este ámbito, dependiente directamente del Ministerio, es la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional o comúnmente conocido como Instituto Geográfico Nacional (IGN). El IGN es el responsable de dirigir el PCN y también ejerce la representación española ante las instituciones internacionales (como la *National Mapping Agency*, NMA). Por otro lado, a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) se permite la presencia de organismos locales y agencias en la cadena orgánica de producción de IG en la AGE.

#### 2.2.4 El Ministerio de Defensa

##### 2.2.4.1 La Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Defensa

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio de Defensa (MINISDEF) "es una estructura virtual en red integrada por datos geográficos y servicios interoperables de IG" [19] a disposición de los organismos del Departamento en cuyas tareas inciden de forma relevante los datos espaciales. Entre esos organismos figuran: el Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas (CIFAS), el Centro Nacional de Inteligencia (CNI), la Unidad Militar de Emergencias (UME) y los centros productores de los Ejércitos y de la Armada.

##### 2.2.4.2 La producción de Información Geográfica en el Ministerio de Defensa

Las responsabilidades del MINISDEF sobre la asistencia técnica en materia de Cartografía "se encuentran en la Dirección General de Infraestructura (DIGENIN), siendo la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (SDGTIC) quien planea, dirige y ejecuta las actuaciones en esta materia" [8], su mayor responsabilidad es la realización del Plan Cartográfico de las FAS.

Por otro lado, la fuente más importante de información geoespacial en el MINISDEF se lleva a cabo en los centros productores de los Ejércitos. El Centro Geográfico del ET (CEGET), el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército

del Aire, y el Instituto Hidrográfico de la Marina generan la mayor parte de la información que se encuentra a disposición en las FAS [19].

El Plan Cartográfico de las FAS<sup>3</sup> marca la planificación de la producción en los centros citados y la Unidad de Coordinación Geográfica (UCG), encuadrada en la SDGTIC, asegura la interoperabilidad y la acción conjunta en el plano de la producción cartográfica. La UCG<sup>4</sup> constituye un elemento fundamental porque coordina internamente en las FAS la actividad de producción de los tres centros cartográficos y externamente con los distintos organismos civiles de la AGE y estructuras multinacionales, OTAN y UE.

## 2.3 Arquitectura geográfica en el Ejército de Tierra

El ET necesita una amplia variedad de productos geográficos para satisfacer sus necesidades tanto en su cometido permanente de preparación de la Fuerza como en el desarrollo de las operaciones, lugar donde las posibilidades ofertadas por el apoyo geográfico al planeamiento, conducción y ejecución de las mismas alcanzan su mayor exponente. Para satisfacer dichas necesidades, el ET ha desarrollado una estructura de apoyo geográfico.

### 2.3.1 Apoyo geográfico en el Ejército de Tierra

“El apoyo geográfico es el conjunto de actividades desarrolladas por las Unidades, Centros u Organismos (UCO,s) de ámbito geográfico en el Ejército con el fin de proporcionar a las Unidades la Información Geográfica necesaria de forma oportuna, precisa y eficaz para el cumplimiento de su misión” [20].

#### 2.3.1.1 Tipos de apoyo geográfico [22]

Los tres tipos de apoyo geográfico que se identifican en el ET son:

- Apoyo Geográfico General<sup>5</sup>: consiste en el apoyo prestado por el CEGET a las Unidades del ET, tanto en Territorio Nacional como en operaciones, y en la participación en proyectos internacionales de producción cartográfica.
- Apoyo Geográfico Específico<sup>6</sup>: es el apoyo prestado de forma directa a las Unidades en ejercicios y operaciones. Lo presta la Unidad Geográfica del Ejército de Tierra (UGET) (subordinada al CEGET) directamente en el terreno o reforzando los elementos orgánicos de apoyo geográfico<sup>7</sup> de las Unidades implicadas.
- Apoyo Geográfico Orgánico<sup>8</sup>: es el apoyo que reciben las Grandes Unidades (GU) a través de los elementos especializados en plantilla de los Cuarteles Generales (CG). En escalones superiores los elementos geográficos disponen en plantilla de las capacidades necesarias para generar toda la documentación de apoyo geográfico en apoyo a su CG. Sin embargo, como afirma el Cte. Jordán en su monografía sobre el Apoyo Geográfico a las Operaciones, “las Pequeñas Unidades, por falta de personal y de medios, desarrollan el llamado Asesoramiento Geoespacial, que se basa en proponer los medios necesarios de refuerzo o apoyo para el cumplimiento de la misión”.

---

<sup>3</sup> Las responsabilidades del Plan Cartográfico de las FAS se recogen en la **Tabla F.1**.

<sup>4</sup> Los cometidos principales de la UCG vienen detallados en la **Tabla F.2**.

<sup>5</sup> Las capacidades que proporciona el Apoyo Geográfico General se muestran en la **Tabla G.1**.

<sup>6</sup> Las capacidades que ofrece el Apoyo Geográfico Específico vienen especificadas en la **Tabla G.2**.

<sup>7</sup> La Sección de Inteligencia (S2) de las PLMM en Pequeñas Unidades o las Células GEO de CG,s en Grandes Unidades.

<sup>8</sup> Las principales capacidades que ofrece el Apoyo Geográfico Orgánico a los CG vienen reflejadas en la **Tabla G.3**.

### 2.3.1.2 Unidades que realizan el apoyo geográfico

Las principales unidades que realizan respectivamente los tipos de apoyo geográfico son:

- Centro Geográfico del Ejército de Tierra<sup>9</sup>: tras tomar el relevo del antiguo Servicio Geográfico en 1998, el CEGET se erigió como el órgano técnico central del ET responsable de los aspectos operativos, logísticos y técnicos en materia de Geodesia, Topografía y Publicaciones. Es por lo tanto, el centro fundamental de adquisición, gestión y producción de IG en beneficio de las Unidades Terrestres. Su objetivo principal, como se podrá deducir de la clasificación precedente, es el de proveer a los usuarios militares de la IG necesaria para asegurar el Apoyo Geográfico General y el de coordinar la participación del ET en la producción internacional de IG.

El CEGET depende orgánicamente de la Jefatura de Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica (JCISAT), pero funcionalmente de la División de Operaciones (DIVOPE). Este centro cuenta con las mayores capacidades geográficas del ET porque da apoyo geoespacial a todo el Ejército. Entre sus organismos subordinados, cabe destacar la Jefatura de Información Geográfica que "es la responsable de la generación, adquisición, almacenamiento y gestión de datos geográficos" [3]. Es decir, es el elemento principal que se encarga del Apoyo Geográfico General.

Como el CEGET es el único organismo responsable del Apoyo Geográfico General en el Ejército, la Jefatura de Información Geográfica constituye un eslabón fundamental para el ET en el marco de la IG. Prueba de ello son los ambiciosos proyectos que se encuentran bajo su responsabilidad, como son: el desarrollo del programa SIGMIL (Sistema de Información Geográfica Militar) que aglutina diferentes componentes software de manera modular, permitiendo integrar y visualizar una gran variedad de datos geográficos que pueden ser aprovechados por otros sistemas militares que demanden funciones geográficas (Carta Digital, SIMACET, LINCE, ...); o la participación en programas internacionales de producción cartográfica que se explicarán en el siguiente apartado.

- Unidad Geográfica del Ejército de Tierra<sup>10</sup>: es la unidad más joven del CEGET, fue creada en 2002, pero no por ello carece de importancia. Tiene la misión de dotar al Ejército de la capacidad necesaria para proporcionar apoyo geográfico a las Unidades en operaciones y ejercicios. Es decir, de proporcionar apoyo geográfico "in situ" a las Unidades desplegadas en operaciones.

Gracias a las dotaciones de las que dispone, la UGET "constituye un auténtico Centro Geográfico móvil" [32]. Según afirma el TCol. Luis Pérez en el artículo "Todo está en los mapas" de la Revista Española de Defensa de septiembre del 2014, la UGET "puede realizar un apoyo similar al ofrecido por el CEGET pero de una manera más ágil". Su carácter modular le permite activar sus distintos elementos en función de cada misión, permitiéndole el despliegue en cualquier zona de operaciones y proporcionar el apoyo necesario a un CG hasta nivel Cuerpo de Ejército.

- Células de apoyo geográfico en Cuarteles Generales<sup>11</sup>: las células de apoyo geográfico cobran sentido en las plantillas de los CG de GU o para los HQ (*Headquarters*) de contingentes conjunto-combinados creados para el

---

<sup>9</sup> Los cometidos generales del CEGET en tareas de Apoyo Geográfico General vienen detallados en la **Tabla H.1**, sus principales actividades de producción cartográfica en la **Tabla H.2**, su estructura se representa en la **Ilustración H.1** y su organismos subordinados más importantes se detallan en la **Tabla H.3**

<sup>10</sup> La estructura orgánica de la UGET se aprecia en **Ilustración I.1**, algunas generalidades de esta unidad en la **Tabla I.1** y los medios y capacidades de sus unidades subordinadas en la **Tabla I.2**.

<sup>11</sup> Algunas de las actividades más importantes que pueden desarrollar este tipo de unidades vienen reflejadas en la **Tabla J.1**.

desarrollo de operaciones. A excepción del Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad (CGTAD), no existe una estructura fija para estas células. Independientemente de la estructura que se les dota, la máxima es la de asegurar el Apoyo Geográfico Orgánico a la Unidad a la que sirva. Un ejemplo material de estas células en el Ejército sería la G2 GEO, la célula de apoyo geográfico encuadrada en la Sección de Inteligencia orgánica del Batallón de CG de la Brigada. Se puede concluir que estas células alcanzan su mayor potencial a nivel operacional, como apoyo al planeamiento y conducción de las operaciones.

#### 2.3.1.3 Cooperación internacional

Las capacidades de producción del CEGET satisfacen ampliamente las necesidades de las Unidades sobre IG del Territorio Nacional. Sin embargo, dichas capacidades encuentran sus limitaciones a la hora de generar IG sobre determinadas zonas de operaciones. Según la publicación PD1-001 sobre el empleo de las Fuerzas Terrestres, "la proyección de una fuerza es la capacidad de situar el poder militar en el lugar elegido y en un período de tiempo oportuno, para llevar a cabo una operación militar en defensa de los intereses nacionales allá donde sea preciso". La participación de las FAS Españolas en operaciones internacionales es una realidad y el ámbito geográfico en el cual se desempeñan es cada vez mayor. Como consecuencia, la cooperación internacional para la producción de Información Geoespacial sobre regiones remotas constituye la solución más lógica.

La cooperación internacional se fundamenta sobre dos argumentos principales. Primero, la obtención de IG sobre las zonas de operaciones resulta complicada y tremendamente costosa como para ser suplida por una sola Nación. Segundo, la coproducción geográfica está perfectamente alineada con el concepto "*fight of the same map*". Es decir, contribuye a estandarizar la IG en ámbito internacional-operacional, ya que estos proyectos internacionales de producción cartográfica se transponen como estándares y como cartografía normalizada.

De manera generalizada, dicha cooperación se ejecuta gracias a tres mecanismos [19]:

- La participación en grupos de trabajo para la coproducción internacional de Información Geoespacial de áreas diversas. Caben destacar dos programas de ámbito militar que constituyen la referencia de normalización para la producción de cartografía nacional y en los que el CEGET, en su función de Apoyo Geográfico General, ha liderado la participación del ET.

- El proyecto VMap (Vector Smart Map), es una producción multinacional que permitió a España tener acceso a una base de datos mundial de información vectorial. La IG disponible a través de este proyecto ha posibilitado la producción eficiente de cartografía militar de todo el mundo en soporte papel y digital a escala desde el nivel estratégico (1M y 250K) hasta la escala de nivel operacional (50K). Sin embargo, VMap no genera cartografía ni IG asociadas al nivel táctico (escalas a partir de 50K), que constituyen un recurso crítico dadas las remotas regiones del planeta dónde se desarrollan las operaciones y la resolución que exigen estas escalas.

- El Programa Multinacional de Coproducción Geoespacial (MGCP) surgió a raíz de la problemática citada en el párrafo anterior como un proyecto multinacional más ambicioso que el VMap. Fue liderado por la estadounidense *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), contando con la participación española desde 2007. Su objetivo es obtener una base de datos cartográficos vectoriales de alta resolución a escala 1:50.000 de las regiones del planeta que carecen de ellos, a partir de imágenes satélite actualizadas de elevada resolución.

El modo de ejecución de este programa se realizó a través de la coproducción de los países participantes, que se comprometían a elaborar un número determinado de celdas de 1º x 1º, adquiriendo en retorno un grado de

disponibilidad de la IG producida directamente proporcional a su cuota de participación. Los datos producidos se encuentran en la *International Geospatial Warehouse* (IGW), una base de datos disponible a través de un geoportal web protegido y restringido a los países que integran el proyecto. Gracias a la participación española, se dispuso de toda la IG producida en el proyecto<sup>12</sup>.

- La firma de acuerdos técnicos bilaterales entre países miembros de la OTAN para la cooperación y el intercambio de información producida. Son llevados a cabo por expertos en la materia a través de grupos de trabajo y reuniones internacionales para alcanzar acuerdos que permitan la obtención de IG de interés para Defensa. La UCG es la responsable de coordinar los acuerdos bilaterales y recibe las peticiones de IG que no pueden ser satisfechas por el CEGET para tramitarla al país que la disponga.

El intercambio de información entre los diferentes participantes en una operación genera la necesidad de que las estructuras de bases de datos y la información que contengan sean interoperables entre los diferentes países.

- La participación en actividades de estandarización de la IG en foros internacionales de Defensa más amplios e importantes para solventar la problemática de la interoperabilidad. Las principales actividades de estandarización de IG en ámbito militar se fundamentan en dos aspectos:

- Por una parte, la pertenencia al *Defence Geospatial Information Working Group* (DGIWG), un grupo de trabajo multinacional responsable del desarrollo de estándares y especificaciones de productos y servicios de IG de interés para organizaciones de Defensa de los países miembros de la OTAN [27].

- Por otra parte, la participación en las actividades de estandarización contenidas en la PGO, que contribuyen al desarrollo e implantación de Acuerdos de Estandarización (STANAG), permitiendo una producción y un uso de la información de manera coordinada.

### 2.3.2 Estándares y productos normalizados

El ámbito conjunto-combinado en el cual se desarrollan la mayoría de las operaciones en las que participa el Ejército exige la normalización, para alcanzar la interoperabilidad y permitir la unidad de acción de todos los organismos involucrados en la producción de IG. Como se ha mencionado en el epígrafe anterior, los formatos OTAN de datos geoespaciales que incluyen los programas multinacionales en los que participa el ET se transponen a la normativa española y constituyen una normalización de estándares nacionales. Por lo tanto, además de los conceptos de estandarización ya citados (como VMap, MGCP, DGIWG, STANAG,...) en el siguiente apartado se presentarán el resto de las principales estandarizaciones que adopta el Ejército en IG:

- La OTAN promulga un marco de estandarización de IG, el *NATO Geospatial Information Framework* (NGIF). Es un elemento integrador en la comunidad militar multinacional que, alineado con la PGO, define un conjunto de estándares mínimos<sup>13</sup> que pretenden seguir el modelo americano *GEOINT Structure Implementation Profile* (GSIP), desarrollado por la NGA.

---

<sup>12</sup> Más de 3.200 celdas de 1° x 1° distribuidas por zonas de elevado interés geoestratégico [19].

<sup>13</sup> Estos estándares consisten en un diccionario común, un catálogo de cartografía oficial, un modelo de datos y determinadas especificaciones de productos geoespaciales [27].

- Para normalizar un diccionario geográfico a nivel OTAN se propone Geonames, un repositorio libre de nombres geográficos expresados en diferentes lenguas con cobertura mundial<sup>14</sup>. En el ET es usado en concordancia con el Nomenclator Básico Nacional.

- “Se adopta el sistema ETRS89 como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95” [12]. Sin embargo, los estándares OTAN obligan a producir la cartografía empleando el sistema de referencia WGS-84 [9]. Pero se puede afirmar que “a efectos de lectura de mapas, los sistemas de referencia ETRS89 y WGS-84 se pueden considerar coincidentes” [5].

- Para la representación de la realidad en la cartografía se emplea la proyección UTM en escalas mayores de 1:500.000, y la proyección cónica conforme de Lambert para escalas iguales o menores que ella [5].

- En cuanto a series cartográficas, en un principio la cartografía española comprendía siete series<sup>15</sup>, que se han ido integrando y complementando con las series reglamentarias de la OTAN<sup>16</sup>. A excepción de las series OTAN M681 y P612 (1:100.000), únicamente disponibles en formato papel, todas las demás series están disponibles en formato digital ráster. Las series OTAN están normalizadas por el STANAG 7136 Ed.2 y cada hoja lleva asignada un identificador, que define la situación, escala, y en su caso, temática y uso.

Actualmente, el Ejército pone a disposición del personal militar toda la cartografía oficial publicada por el CEGET en el Catálogo<sup>17</sup> y un volumen de Información Geográfica, tanto ráster<sup>18</sup> en todas las escalas oficiales como Modelos de Terreno (MDT)<sup>19</sup>, con el fin de satisfacer las necesidades geográficas de los usuarios sobre el Territorio Nacional.

- Por último, la IG disponible se clasifica en niveles<sup>20</sup> según su escala y resolución, para cerciorarse de que cada nivel de planeamiento lleva asociado un nivel de detalle de la IG acorde con sus necesidades.

### 2.3.3 Distribución y difusión de la Información Geográfica en el Ejército de Tierra

El organismo responsable de distribuir IG a todas las UCO,s del Ejército es el CEGET. La difusión IG producida por el ET a entidades externas al Ejército viene regulada por la Orden Ministerial 277/2003, de 4 de febrero, por la se fijan los criterios de difusión y comercialización y los precios de venta al público de los productos de IG producida por los organismos del MINISDEF<sup>21</sup> [26]. La distribución en el interior del Ejército viene definida por la Norma General 01/06, por la que se regula el proceso de solicitud y distribución de IG en el ET [7].

---

<sup>14</sup> Contiene más de 10 millones de registros descargables [27].

<sup>15</sup> Recogidas en la **Tabla K.1**.

<sup>16</sup> Recogidas en la **Tabla K.2**.

<sup>17</sup> INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Catálogo/ Catálogo octubre 2014 (Consultado el 05 de agosto del 2015).

<sup>18</sup> INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Información Geográfica/ Ráster (Consultado el 05 de agosto del 2015).

<sup>19</sup> INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Información Geográfica/ MDT (Consultado el 05 de agosto del 2015).

<sup>20</sup> Esta clasificación de la IG por niveles se recoge en la **Tabla L.1** y su correspondencia con los niveles de planeamiento en la **Ilustración L.1**.

<sup>21</sup> Las restricciones más importantes se recogen en la **Tabla M.1**.



### 2.3.3.1 Clases de productos cartográficos en el Ejército de Tierra<sup>22</sup>

La Norma General 01/06 distingue tres tipos:

- Clase 1: Productos cartográficos necesarios para actividades de enseñanza, instrucción y adiestramiento. Dentro de esta clase se distinguen otras dos:
  - Clase 1 Normalizada o “de Cupo”.
  - Clase 1 Especial.
- Clase 2: Productos cartográficos necesarios para actividades relacionadas con el Plan Permanente de Inteligencia del Ejército de Tierra (PPIET).
- Clase 3: Productos cartográficos necesarios para actividades relacionadas con el desarrollo de operaciones.

### 2.3.3.2 Procedimiento de solicitud y distribución de productos cartográficos

El procedimiento de solicitud y posterior distribución se fundamenta en la máxima de ser simple y ágil, para que los datos solicitados estén en manos del usuario en el menor tiempo posible. Este proceso excluye las solicitudes de particulares, el solicitante debe ser una UCO. La remisión de los productos solicitados se hace a través del Servicio de Transporte Regular del Ejército (SETRE) sin coste alguno para el solicitante.

El formato de solicitud para cualquier clase se recoge en la **Ilustración M.1** y en la **Ilustración M.2**, siempre y cuando el organismo que recibe la solicitud no disponga del producto que se solicita. El procedimiento completo de solicitud y distribución se recoge en el diagrama presentado en la **Ilustración M.3**, a excepción de la cartografía “de Cupo” cuya solicitud la envía el mando de la UCO directamente al CEGET.

## 3 La Información Geográfica en apoyo a ejercicios y operaciones

La explotación oportuna de la información disponible constituye una ventaja fundamental frente al enemigo. El análisis de la IG transforma los datos disponibles en información útil capaz de generar conocimiento sobre el terreno. Por lo tanto, el tratamiento de la información aporta un valor añadido incuestionable a la totalidad del proceso de toma de decisión, tanto en la fase de planeamiento como en la conducción de ejercicios y operaciones.

Para una explotación adecuada de la IG en soporte digital se necesitan tres elementos indispensables. El primero, y que constituye la base principal para los otros dos, son los datos. Se requieren datos geoespaciales sobre la información que se desea, en los formatos convenientes y disponibles en una base de datos con suficiente capacidad para almacenar ese volumen de datos. En segundo lugar, se necesita una herramienta capaz de gestionar esos datos, que cuente con las funciones adecuadas para permitir el tratamiento y análisis deseados de la información disponible. Por último, y no menos importante, es necesario un conocimiento técnico mínimo sobre los datos y herramientas que se están utilizando. Es decir, el conocimiento del usuario debe estar en concordancia con el grado de explotación de la IG que se quiera desempeñar.

---

<sup>22</sup> Cada clase de producto cartográfico se detalla en la **Tabla M.2**.

El primero de los elementos requerido para la explotación de la IG en apoyo a ejercicios y operaciones se ha tratado en el primer bloque de la memoria. La necesidad del marco presentado en el estado del arte es imperativa, no solo porque engloba las normativas y procedimientos a seguir en cualquier actividad relacionada con la IG; sino que, aún más importante, constituye los cimientos que permiten asegurar la disponibilidad de la IG. Es decir, que los datos estén disponibles dónde y cuándo se necesiten. Pero, la mera disponibilidad de información no es suficiente porque las fases tácticas de ejercicios y operaciones requieren IG más detallada y funcional, por lo que la IG debe ser tratada mediante herramientas de procesado, objeto del segundo bloque de este trabajo.

### 3.1 Explotación de la Información Geográfica a través de un Sistema de Información Geográfica

Existen cuatro tipos de programas digitales relacionados con el tratamiento de la IG<sup>23</sup>. De mayor a menor capacidad de almacenamiento de datos son: los Repositorios de Datos, los *Desktop GIS* (*Geographic Information System*) o comúnmente llamados Sistema de Información Geográfica (SIG), los Servicios Web y los *Lightweight Clients* o "Clientes Ligeros".

El estudio se focalizará en el uso de los SIG para la explotación de IG en apoyo a ejercicios y operaciones, por ser la herramienta idónea capaz de permitir un tratamiento completo de la IG. Un SIG consiste en un conjunto integrado de medios y métodos informáticos, algunos de pago otros libres, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra, pudiendo entender estos datos como un modelo informático del mundo real [1].

El análisis de datos geoespaciales a través de un SIG constituye un apoyo fundamental para la toma de decisiones en cualquiera de sus fases. Durante el planeamiento puede generar conocimiento, tanto general para la preparación integral del entorno operacional (INTE), como específico para el estudio del terreno en la evaluación del espacio de batalla [24]. Además, durante la conducción de un ejercicio u operación el apoyo que ofrece un SIG es incuestionable, notándose principalmente su apoyo en el mando y control de las unidades subordinadas.

Las FAS se dieron cuenta de la ventaja potencial que ofrecían estos tipos de programas y empezaron a desarrollar en el siglo pasado un conjunto de librerías informáticas llamado Sistema de Información Geográfica Militar (SIGMIL), cuyas capacidades se citaron en el apartado 2.3.1.2. El proyecto SIGMIL ha sido muy dinámico y se ha ido adaptando a las nuevas necesidades de los usuarios militares. Hoy en día, la mayoría de las funcionalidades que ofrece SIGMIL son aprovechadas por Carta Digital, que a pesar de surgir a través del CEGET en 1994 como un mero visualizador de Información Geográfica digital avanzado, en la actualidad constituye un completo SIG.

### 3.2 Análisis de Carta Digital<sup>24</sup>

#### 3.2.1 Usuarios

Carta Digital es el SIG por excelencia del ET, pero esta herramienta no resulta igual de útil o de competente para todos los usuarios potenciales del Ejército. Antes de nada, es necesario discernir los diferentes niveles de usuario

---

<sup>23</sup> Los tipos de programas digitales para el tratamiento de IG son explicados detalladamente en la **Tabla N.1**.

<sup>24</sup> La versión 5.9 de Carta Digital para Desktop se puede descargar de INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Software/ Carta Digital 5.9 05MAY2015 y su versión para Andorid se puede descargar de INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Software/ Carta Digital Android 1.0 (Consultado el 05 de agosto del 2015).

potenciales asociando a cada uno de ellos unas determinadas necesidades. De acuerdo con la entrevista realizada en el CEGET, en el Ejército se distinguen tres niveles de necesidades SIG o niveles de explotación digital geográfica:

- El nivel básico está asociado a cualquier miembro del Ejército que tenga necesidad de tratar IG digital y, por tanto, está asociado a la mayoría de usuarios potenciales del Ejército. Las necesidades que experimentan los usuarios de este nivel son sencillas por lo que podrían ser satisfechas por cualquiera de los cuatro tipos de programas digitales existentes.

- El nivel analista está asociado a personal militar con una determinada formación en la materia, como podría ser personal que ha recibido cursos específicos o el personal de las células GEO de apoyo geográfico de las GU. Estos usuarios requieren un análisis de la información más técnico y complejo, para el cual están enfocados los *Desktop GIS*.

- El nivel geodesta se reserva para profesionales militares que poseen el título de geodesia y que trabajan desempeñado labores geodésicas. Requieren una gran cantidad de funcionalidades SIG para desempeñar sus labores, las cuales son satisfechas por potentes software de pago (principalmente ArcGIS).

### 3.2.2 Identificación de funciones potencialmente útiles de Carta Digital

La identificación de las funciones potencialmente más útiles para el apoyo de ejercicios y operaciones de Pequeñas Unidades (PU) de Infantería Ligera de entre las muchas que ofrece Carta Digital se ha basado en el estudio llevado a cabo durante el periodo de Prácticas Externas (PEXT) en la VII Bandera "Valenzuela" de la Legión a través de la encuesta recogida en la **Ilustración O.1**. Dado el pequeño número de la muestra en comparación con la cantidad de personal militar encuadrado en Infantería, se debe remarcar que las conclusiones establecidas en la encuesta no se pueden extrapolar a todas las Unidades de Infantería pero sí que proporcionan una idea general del uso de herramientas SIG en este tipo de Unidades.

Las funciones identificadas tras la encuesta realizada son:

Gestión de Datos	Gestión de Sistemas de Coordenadas	Trabajo Vectorial. Análisis		Trabajo Vectorial. Edición
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrir datos.</li> <li>- Abrir un Modelo del Terreno.</li> <li>- Abrir un conjunto cartográfico.</li> <li>- Abrir un fichero de estado.</li> <li>- Grabar un fichero de estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión del sistema de coordenadas.</li> <li>- Localizar una entidad por sus coordenadas.</li> <li>- Conversor de coordenadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar atributos de entidades.</li> <li>- Consultas SQL.</li> <li>- Consultas de filtro por atributo.</li> <li>- Consultas de cálculo de rutas.</li> <li>- Consultas de distancia.</li> <li>- Consultas de superficie.</li> <li>- Manejo de toponimia.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waypoint.</li> <li>- Línea.</li> <li>- Track.</li> <li>- Ruta.</li> <li>- Áreas.</li> <li>- Tablas.</li> <li>- Etiquetas.</li> </ul>
Trabajo Ráster	Trabajo Matricial	APP-6A	3D	Importar/Exportar Datos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga de WMS.</li> <li>- Georreferenciar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultas de cotas.</li> <li>- Visualización de pendientes.</li> <li>- Cuencas de visibilidad.</li> <li>- Cálculo de perfiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simbología.</li> <li>- Generar despliegues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización 3D.</li> <li>- Video 3D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Importar/Exportar a GPS.</li> <li>- Importar/Exportar a Android.</li> <li>- Importar/Exportar a otro software.</li> </ul>

Tabla 3.1. Funciones identificadas de Carta Digital

Como se puede apreciar en la **Tabla 3.1**, las funciones de gestión avanzada de IG quedan descartadas. Las funciones potencialmente útiles para este tipo de Unidades en ambiente táctico son aquellas correspondientes al nivel básico y otras de análisis más técnico que colindan con el nivel analista, pero cuya implementación puede resultar interesante para los cuadros de mando en el desarrollo táctico de ejercicios u operaciones.

Dada la limitación de espacio de la memoria, en el **Anexo P** se recogen detalladamente los resultados de la identificación de funciones realizada en la encuesta. En primer lugar, para familiarizar al lector con el vocabulario técnico de forma genérica, la **Tabla P.1** muestra los tipos de datos digitales existentes. Seguidamente la **Ilustración P.1** contiene la clasificación lógica por bloques de las funcionalidades identificadas en la encuesta mencionada. Por último, el conjunto de tablas restante de este anexo<sup>25</sup> desarrolla en detalle las funciones identificadas en cada bloque.

### 3.2.3 Evaluación de las funciones de Carta Digital

Gracias al apoyo recibido por personal militar experimentado en el manejo de CD, al conjunto de prácticas de la asignatura Información Geográfica Digital y Teledetección y a los tutoriales de utilización de CD de la Escuela de Guerra del Ejército y los disponibles en INTRANET<sup>26</sup> se han implementado en Carta Digital las funciones identificadas con anterioridad, con un doble motivo: analizar la viabilidad de su ejecución a través de CD; y evaluar la utilidad de su implementación en CD para el apoyo de ejercicios y operaciones de PU de Infantería Ligera.

Hay que significar dos consideraciones que se han tenido en cuenta en el análisis: por un lado, para hacerlo comprensible a cualquier lector, se ha pretendido abandonar el complicado componente técnico que lleva asociado el uso de este tipo de programas digitales. Por otro lado, como sucede en cualquier SIG, la capacidad de CD para apoyar la toma de decisiones depende de la información disponible. Durante el estudio se ha supuesto que se dispone de toda la información necesaria<sup>27</sup>.

#### 3.2.3.1 Análisis de viabilidad

El análisis de viabilidad de la implementación de las herramientas de CD identificadas como potencialmente útiles, consiste en el estudio de la capacidad que ofrece CD para ejecutar dichas funciones acorde con el nivel de usuario identificado en la página anterior. Este estudio se fundamenta en el trabajo realizado con este SIG para ejecutar las funciones identificadas y en su comparación con la capacidad de otros SIG disponibles en el mercado (principalmente: ArcGIS entre los de pago y gvSIG de los libres) para satisfacer este mismo tipo de funcionalidades.

Como se observó en el estudio de identificación de las funciones, la mayoría de usuarios potenciales son los de nivel básico. Las necesidades que comúnmente experimentan estos usuarios se pueden simplificar en la carga de trazas y en la visualización de IG. A través de su amplio abanico de funciones, Carta Digital dispone de capacidad suficiente para satisfacer las necesidades geográficas que les puedan surgir a las PU de Infantería Ligera en ejercicios y operaciones.

---

<sup>25</sup> La **Tabla P.2** desarrolla las funciones de los bloques: Gestión de Datos, Gestión de Sistemas de Coordenadas y Análisis Vectorial. La **Tabla P.3**: Edición Vectorial, Trabajo Ráster y Trabajo Matricial. La **Tabla P.4**: APP-6A, 3D e Importar/Exportar Datos.

<sup>26</sup> INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Curso Online Carta Digital Para Descarga (Consultado el 05 de agosto del 2015).

<sup>27</sup> En la implementación de las funciones en Carta Digital, esto ha sido posible gracias al archivo denominado "Fichero de estado origen para prácticas de Carta Digital" disponible en INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Curso Online Carta Digital Para Descarga/ Datos geográficos para prácticas/ Fichero de estado origen para prácticas de Carta Digital (Consultado el 05 de agosto del 2015).

En la comparativa de viabilidad entre CD y sus homólogos, se han identificado determinados aspectos comunes y otros diferenciadores respecto a la implementación de las funciones, con sus respectivas ventajas e inconvenientes. De manera general, de este análisis comparativo se puede concluir que CD es un completo SIG orientado al ámbito militar que se encuentra a la altura de otros software comerciales en cuanto a tratamiento de IG. Pero debido principalmente a su complejo trabajo con bases de datos, no resulta tan intuitivo o agradable como otros SIG disponibles. Por la limitación de extensión de la memoria, las tablas detalladas que resultan del análisis de viabilidad basado en el *Benchmarking* se recogen en el **Anexo Q**, especificándose los aspectos comunes de los SIG en la **Tabla Q.1** y aquellos de específicos de Carta Digital respecto a otros SIG en la **Tabla Q.2**.

#### 3.2.3.2 Análisis de utilidad

En el análisis de viabilidad se ha concluido que CD está capacitado para satisfacer las necesidades de las PU de Infantería Ligera, no obstante queda pendiente analizar la utilidad de Carta Digital en la fase táctica de ejercicios y operaciones. Para ello, el siguiente análisis se basa en la experiencia adquirida trabajando con CD y en el análisis comparativo precedente.

Si el usuario de nivel básico decide instalar Carta Digital en un dispositivo ruggedizado para apoyar sus ejercicios y operaciones tendrá ampliamente satisfechas sus necesidades. El usuario básico también debe saber que, dadas las nuevas tendencias de uso de aparatos móviles para el apoyo geográfico, con cualquier "Cliente Ligero" instalado en un dispositivo móvil (tablet, móvil personal...) también quedarán satisfechas sus necesidades geográficas.

Por el contrario, la implementación con CD de aquellas funciones más técnicas que exceden el nivel usuario y que colindan más con aquellas de nivel analista, no resulta útil en ambiente táctico. En las fases tácticas de ejercicios y operaciones se carece de tiempo y comodidad para realizar el complejo trabajo de bases de datos que llevan asociadas estas funciones en Carta Digital. Como consecuencia, la utilización de este programa en apoyo a ejercicios y operaciones es viable pero no es eficiente. Por ello, dadas las funciones que presta y las características de su implementación, a día de hoy, el apoyo que puede ofrecer Carta Digital sería más útil en puestos de mando localizados en retaguardia y en células de apoyo GEO, y no en el desarrollo táctico de ejercicios y operaciones.

#### 3.2.4 Líneas de mejora

Para conseguir que CD sea útil en las fases tácticas de ejercicios y operaciones se ofrecen dos líneas de propuestas. Con ellas se pretende dar un conjunto de recomendaciones para ofrecer una alternativa más sencilla, capaz de satisfacer las necesidades más simples de los usuarios y mejorar la capacidad que ofrecen las funciones más técnicas y complejas, de tal manera que puedan resultar útiles en las fases tácticas de ejercicios y operaciones.

##### 3.2.4.1 Propuesta de inversión y desarrollo de Carta Digital

Para analizar la prospectiva de la propuesta más conservadora de continuar desarrollando CD de la forma más objetiva posible, se ha realizado un análisis tanto interno como externo de los puntos fuertes y débiles que implican esta decisión:

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- CD es un software en propiedad del ET. Por lo tanto es tecnología ya desarrollada y disponible en el ámbito de Defensa.</li> <li>- Al ser propiedad del ET, se dispone del código fuente del software, facilitando el encauzamiento de desarrollos posteriores.</li> <li>- Es un software de libre difusión en todo el Ejército. Es accesible para todo el personal militar y es de adquisición gratuita. No tiene asociados costes de adquisición.</li> <li>- El uso de un software común en todas las unidades genera un marco de entendimiento común y facilita el manejo de dicha información por cualquier usuario.</li> <li>- Existe una cultura <i>Know-How</i> sobre este SIG. Tras las primeras décadas de desarrollo y los cursos de formación profesional, actualmente existe una generación de profesionales con conocimientos sobre CD y la tecnología que utiliza.</li> <li>- Es un SIG militar, por lo que incorpora las especificidades del ámbito militar. Sus actualizaciones y desarrollos están siempre orientados en el mismo sentido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debido a que CD es una tecnología compleja, este SIG alcanza su grado máximo de explotación con una fracción mínima de la totalidad de los usuarios potenciales (nivel analista).</li> <li>- La especificidad de los conocimientos en la materia y la complejidad tecnológica hacen de este SIG un programa poco atractivo en el ámbito militar.</li> <li>- La necesidad de un mantenimiento constante de la tecnología a través del desarrollo continuo de funciones obligan a una inversión prolongada en el programa.</li> <li>- Mantener una inversión prolongada en el programa para actualizar la tecnología implica destinar recursos en Carta Digital que podrían ser destinados a otras áreas o proyectos.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los recortes presupuestarios en Defensa pueden obligar a maximizar la economía de esfuerzos, desarrollando las tecnologías disponibles como Carta Digital y no invirtiendo en nuevas.</li> <li>- Adquirir un SIG disponible en el mercado implica una gran inversión que además acarrea costes adicionales (costes de adquisición, integración, enseñanza, desarrollo...)</li> <li>- La tecnología SIG es dinámica y se adapta a las necesidades del usuario. Los SIG comerciales complementan sus capacidades a través de módulos que deben ser adquiridos e instalados de forma independiente al desembolso inicial.</li> <li>- Las evoluciones y actualizaciones de los SIG comerciales están poco orientadas al ámbito militar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Defensa es un departamento ministerial con proyectos de todo tipo. Es posible que, por las diferentes necesidades y priorización de recursos, no se cuente con una partida presupuestaria para este programa.</li> <li>- Los programas SIG de pago son más completos que Carta Digital. Disponen de una mayor variedad de herramientas que ofrecen un tratamiento de la IG más completo.</li> <li>- El desarrollo de las capacidades disponibles en un SIG comercial es más rápido que la evolución de CD, haciendo que las nuevas necesidades que surgen en los usuarios sean satisfechas con anterioridad en los SIG externos al Ejército.</li> <li>- La mayoría de los SIG presentan un tratamiento de bases de datos, por tanto de IG, más amigable e intuitivo que Carta Digital.</li> </ul>

**Tabla 3.2. Análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la propuesta de inversión y desarrollo de Carta Digital**

Resulta evidente que la línea conservadora de continuar desarrollando Carta Digital es muy sugerente, sin embargo, esta propuesta no está exenta de costes. Como se muestra en el análisis de utilidad de CD, este SIG militar presenta carencias que le impiden ser útil en ámbito táctico, por lo que debe ser reorientado y mejorado para satisfacer las necesidades de PU de Infantería Ligera en ejercicios y operaciones.

En primer lugar, la política de comunicación del Ejército sobre toda la tecnología disponible para el tratamiento de IG debe ser reorientada. Durante las PEXT se remarcó que el personal militar obviaba las herramientas propias del Ejército en materia geográfica, normalmente por desconocimiento. Por ejemplo, una gran minoría hacía uso del repositorio de cartografía oficial disponible en INTRANET y no era muy común el uso de CD, la cartografía solía ser descargada en la web del IGN o de la IDEE para posteriormente trabajar con ella mediante un software libre, cuyo

uso es más común y está ampliamente explicado en tutoriales de *Youtube*. Situación que denota una falta de comunicación de los productos de libre difusión en el Ejército, la accesibilidad es fácil pero el usuario lo desconoce. Como solución, el ET debería mejorar su política de comunicación para dar a conocer los productos que se encuentran al alcance del usuario.

En segundo lugar, es conveniente sectorizar los usuarios potenciales y asignarles el producto adecuado como se puede apreciar en la **Ilustración R.1**. Comúnmente, Carta Digital constituía un SIG a caballo entre varios niveles de usuario que intentaba satisfacer las necesidades geográficas en un plano general para todo el personal militar. Tras crear la versión de CD para Android, parece que el ET pretende seguir la sectorización usuario-producto, reservando el SIG Carta Digital para tratamientos de IG de nivel analista. Sin embargo, se deben implementar actualizaciones que desarrollen Carta Digital Android V1.0 para que las necesidades básicas de la mayoría de usuarios, a través de esta primera versión, se satisfagan del mismo modo que las aplicaciones Android más comunes hoy en día (TwoNav para Android, Oruxmaps y OziExplorer). Del mismo modo, si se pretende focalizar CD para satisfacer de manera completa el nivel analista y, como se citó en el análisis de utilidad, para que “aquellas funciones más técnicas que exceden el nivel usuario y que colindan más con aquellas de nivel analista” resulten potencialmente útiles en ambiente táctico, CD debe ser desarrollado. Para encauzar este desarrollo, se recogen a continuación las mejoras que se han identificado durante la implementación de las funciones con CD y en la entrevista con expertos del CEGET:

- Actualizar el gestor de simbología militar. Actualmente Carta Digital está dotado con la publicación de procedimiento aliado APP-6A, pero la publicación en vigor es la APP-6B (*Joint Symbology*), la cual además incluye simbología conjunto-combinada.
- Mejorar la función de visualización inmediata de información a través del cursor. Actualmente esto se consigue mediante etiquetas, pero en ellas sólo se pueden incluir algunos atributos o añadir más información a través de hipervínculos. Para facilitar la búsqueda de información del usuario, se pretende que se pueda incorporar directamente información más completa y visual en la etiqueta, como ilustraciones, fotografías, u ortofotos.
- Incluir la capacidad de *Targeting*. Desarrollar una función que permita tanto la adquisición como la gestión de objetivos a través de la Información Geográfica disponible en Carta Digital.
- Mejorar el análisis vectorial. Para ello se deben facilitar las consultas vectoriales agilizando y haciendo más intuitivo el trabajo con las bases de datos. Con este fin, algunas de las mejoras que se podrían implementar son aquellas que permitan mejorar las desventajas de Carta Digital relacionadas con el análisis vectorial que fueron identificadas en la comparativa con otros SIG y recogidas en la **Tabla Q.2**.
- Mejorar la edición vectorial. Para facilitar la creación de información por el propio usuario se debe facilitar y agilizar la creación de bases de datos. Para ello, se puede desarrollar un historial predeterminado de formas simples, de tal manera que el usuario disponga con anterioridad de esas bases de datos y solo tenga que incluir la información específica deseada.
- Actualizar los tutoriales disponibles en INTRANET porque fueron realizados sobre versiones que se encuentran actualmente desfasadas (V5.2). Algunas de las funciones que todavía siguen presentes en las nuevas versiones se implementan de manera diferente y aquellas herramientas disponibles en las nuevas versiones (V5.9), que pueden resultar interesantes, no son explicadas.
- Actualizar la programación fuente de Carta Digital. El código fuente originario de CD proviene de las funcionalidades que ofrecía el programa SIGMIL desarrollado en la década de los 90. Actualmente, se han desarrollado nuevas versiones de SIGMIL que ofrecen nuevas capacidades pero CD no puede aprovecharlas porque

su programación originaria está anclada a la primera versión de SIGMIL. Para aprovecharlas, CD debe actualizar su programación actual o correr el riesgo de quedarse obsoleta.

### 3.2.4.2 Propuesta de adquisición de un SIG comercial

Por el contrario, la propuesta de adquirir un *Desktop GIS* disponible en el mercado resulta una solución ambiciosa para solventar las carencias que presenta Carta Digital en ambiente táctico de ejercicios y operaciones. Pese a los costes asociados a esta línea de futuro, esta propuesta le permite al Ejército diversificar sus recursos a otros ámbitos diferentes del software SIG, puesto que una empresa privada sería la encargada de desarrollar un SIG que satisfaga las necesidades ad-hoc del Ejército. Además, también es una oportunidad a nivel MINISDEF de homogeneizar la tecnología SIG de los Ejércitos si todos adquieren el mismo software. Un ejemplo de unificación consistiría en extender los límites establecidos por la Instrucción Técnica 01/07, Arquitectura Técnica Unificada del Ministerio de Defensa, al dominio de los usuarios militares. El análisis de esta línea de propuesta se recoge en el siguiente análisis DAFO:

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispone de una mayor variedad de herramientas que ofrecen un tratamiento de la IG más completo.</li> <li>- El desarrollo de las capacidades disponibles comerciales es más rápido que la evolución que pueden experimentar las diferentes versiones de Carta Digital. Como el periodo que dista entre dos actualizaciones cada vez es menor, las nuevas necesidades que surgen en los usuarios son satisfechas con anterioridad.</li> <li>- Si se dispone de los conocimientos previos en la materia, el programa presenta un tratamiento de bases de datos y por tanto de IG, más amigable e intuitivo que el ofrecido por Carta Digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La disponibilidad del software de pago implica una inversión monetaria.</li> <li>- La adquisición de los módulos asociados a actualizaciones o funciones complementarias deben ser adquiridos e instalados independientemente del software original.</li> <li>- En el software civil existe un desconocimiento de las especificidades comunes del ámbito militar. Esto puede originar un retraso en la generación de actualizaciones provocando "tecnologías pull"<sup>28</sup> e inversiones suplementarias para tecnología militar ad-hoc.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La lentitud del desarrollo del software militar ralentiza la satisfacción de las necesidades de las Unidades y fomenta la búsqueda de alternativas.</li> <li>- El cumplimiento de exigencias externas en la materia o la adquisición del software por otros Ejércitos pueden alentar la compra del software de pago.</li> <li>- Necesidades que requieran de funciones más completas o complejas favorece la adquisición de un SIG comercial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La disminución de los presupuestos en Defensa influye en la inversión externa en nueva tecnología.</li> <li>- El pequeño porcentaje de usuarios que pueden sacar provecho de esta tecnología replantea la inversión de Defensa en un software tan completo y sofisticado.</li> <li>- La ausencia de conocimiento sobre la tecnología adquirida, frente al conocimiento interno ya disponible sobre el SIG militar, cuestiona la inversión en el SIG comercial.</li> </ul>

Tabla 3.3. Análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la propuesta de adquisición de un SIG comercial

## 4 Conclusiones

Con la finalidad de maximizar la explotación de la IG en apoyo a ejercicios y operaciones de Pequeñas Unidades de Infantería Ligera, se ha pretendido ofrecer un documento de referencia actualizado sobre la IG en el ET y sobre su herramienta principal de tratamiento de datos geoespaciales, Carta Digital. Para ello, en primer lugar, se

<sup>28</sup> Estilo de red de comunicación en la que la petición de datos inicial surge del cliente y posteriormente, esta es respuesta por el servidor [30].



ha presentado el estado del arte de la Ingeniería Geográfica en el Ejército, la cual constituye la estructura responsable de la disponibilidad de la IG necesaria. Seguidamente, enfocando el análisis de CD a las PU de Infantería Ligera y bajo el condicionante del ambiente táctico, se han identificado las funciones potencialmente más útiles y se ha evaluado su implementación en términos de viabilidad y utilidad. Por último se ha pretendido ofrecer unas propuestas de mejora que esbozan futuras líneas de investigación. La primera, más conservadora, consiste en continuar desarrollando Carta Digital para hacerla más apta a determinados usuarios en el desarrollo táctico de ejercicios y operaciones. La segunda, menos conservadora, consiste en suplir esas carencias identificadas adquiriendo un SIG comercial. Para finalizar, se presentan las conclusiones más destacables del trabajo realizado.

En relación con el primer objetivo establecido "presentar de manera clara un estado del arte simplificado, pero completo, de la Ingeniería Geográfica del Ejército de Tierra", se concluye:

- El marco en el que se desenvuelve la Ingeniería Geográfica en el Ejército de Tierra es amplio y complejo. La existencia de numerosas entidades privadas, públicas, nacionales e internacionales involucradas simultáneamente en tareas de IG son la causa por la cual el marco interno esté entrelazado con el externo, haciendo imposible la supervivencia del uno sin el otro. La multiplicidad de entidades impide la individualización de las políticas geoespaciales debiendo incluirse éstas en otras más amplias de ámbito nacional e internacional. La necesidad de interoperabilidad que surge para tratar de alienar todos los factores intervinientes y de homogeneizar el trabajo se consigue mediante la normalización.

- El compromiso de España y de sus FAS con organizaciones militares internacionales hace cada vez más común el despliegue de las Fuerzas Armadas Españolas en regiones remotas para desarrollar ejercicios y operaciones en ambientes conjunto-combinados. La proyección actual de las FAS genera la necesidad de disponer de IG sobre zonas del planeta cuya obtención es fruto de un proceso lento, laborioso y costoso, de ello surge la necesidad imperativa de la cooperación internacional.

- El responsable de gestionar y de materializar la normalización y coproducción de IG en el Ejército de Tierra es el CEGET. Punta de lanza del Ejército en materia geográfica, el CEGET tiene como roles principales el de productor de cartografía oficial en todos sus soportes, ya sea elaborándola con sus propios medios o liderando la participación del Ejército en la producción internacional; y el de gestor de la estructura que garantiza el apoyo geográfico que satisface las necesidades geográficas de todas las Unidades del ET.

En referencia al segundo objetivo "analizar Carta Digital como herramienta de explotación de IG en apoyo a ejercicios y operaciones de PU de Infantería Ligera", se establecen las siguientes conclusiones:

- El apoyo geográfico en ejercicios y operaciones es fundamental para el planeamiento y conducción de las mismas. La explotación de la IG constituye una ventaja frente al enemigo porque añade valor a la información disponible y, por lo tanto, apoya el proceso de toma de decisiones. Para conseguir una explotación realmente eficiente es necesario encontrar un balance entre los datos disponibles, la herramienta de tratamiento de datos y el conocimiento del usuario. Los datos deben recoger la información geoespacial deseada y estar disponibles dónde y cuándo se precisen. La herramienta de datos debe tener la capacidad suficiente para tratar la base de datos disponible y realizar las operaciones que se desean. Por último, el usuario debe tener los conocimientos técnicos suficientes para gestionar los otros dos elementos.

- Tras las últimas versiones de Carta Digital desarrolladas por el CEGET, este SIG se erige como un completo software para el tratamiento de IG a la altura de muchos otros software del mercado. Muchas de sus funciones

presentan una utilidad potencial interesante para apoyar la toma de decisiones en ejercicios y operaciones de PU de Infantería Ligera. Sin embargo, las diversas carencias que presenta, derivadas principalmente de su dificultad y laboriosidad en el trabajo con bases de datos, hacen de este programa digital un software viable pero no eficiente para el ámbito táctico requerido.

- La problemática detectada genera nuevos desafíos que plantean un panorama complicado, abriendo las puertas a nuevas líneas de investigación de futuro. La propuesta de adquirir un SIG del mercado satisfaría las necesidades tácticas de las Unidades a corto plazo, conllevaría un importante coste asociado para continuar a medio y largo plazo, y supondría una renuncia al conocimiento sobre la tecnología adquirida; mientras que la línea más conservadora de seguir desarrollando Carta Digital, adaptando el programa a las nuevas necesidades, encauzaría el medio y largo plazo con un coste sensiblemente menor, aunque se sacrificaría la implantación rápida de nuevas capacidades.

## Bibliografía

### Artículos

- [1] Aparicio Guijarro G. Cap. Art. La Carta Digital no descansa. Revista Ejército número 873, diciembre 2013.
- [2] Beni C. La Carta Digital tiende la mano al usuario. Un desconocido sorprendente. Boletín Informativo del Ejército de Tierra número 208, marzo de 2013.
- [3] Beni C. Un desconocido sorprendente. Boletín Informativo del Ejército de Tierra número 191, octubre 2011.
- [4] Pérez Hernández L. TCol. Art. El apoyo geográfico a las operaciones. Revista Ejército número 873, diciembre 2013.
- [5] Sánchez Tello J. Cte. Ing. Cartografía de Territorio Nacional. Series Cartográficas Normalizadas. Revista Ejército número 873, diciembre 2013.
- [6] Tarilonte E. Todo está en los mapas. Revista Española de Defensa, septiembre 2014.

### Legislación

- [7] Norma General 01/06. Proceso de solicitud y distribución de información geográfica en el ejército de tierra, pp. 2-11 y Anexo I. Enero 2006.
- [8] Norma General 01/14. Asistencia técnica en el Ejército de Tierra, pp. 5, 6, 15 y 16. Febrero 2014.
- [9] NATO Standardization Agreement (STANAG) 2211 Ed. 6. Geodetic Datums, Projections, Grids and Grid References. Appendix I, Annex C, Table C-1-3.
- [10] Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía. Artículos 1, 8 y 9.
- [11] Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. En su totalidad.
- [12] Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España. Artículos 1 y 3.
- [13] Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional. Artículos 1, 2, 4, 8, 15, 23, 24, 26, 29, 31-37.
- [14] Real Decreto 452/2012, de 5 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento. Artículos 1, 10 y 14.
- [15] Real Decreto 454/2012, de 6 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa. Artículos 1 y 3.
- [16] Real Decreto 872/2014, de 17 de octubre, por el que se establece la organización básica de las Fuerzas Armadas. Capítulos I y II.

## Publicaciones

- [17] AGM-CM-003. Mando de Adiestramiento y Doctrina, pp. 41,112 y 113. 2013.
- [18] AGM-FM-018. Mando de Adiestramiento y Doctrina, pp. II-44 y II-45. 2011.
- [19] Bernaldo de Quirós J. Cor., Ramos López J.C. TCol. La política geoespacial en el ministerio de Defensa. Documento Opinión 83/2011. IEEE, 29 de noviembre de 2011.
- [20] Concepto de Apoyo Geográfico del Ejército de Tierra, cuerpo y el Anexo II. Diciembre de 2011.
- [21] Instrucción Técnica 01/07. Arquitectura Técnica Unificada del Ministerio de Defensa. Dirección General de Infraestructura. Secretaría de Estado de Defensa. Ministerio de Defensa, enero 2010.
- [22] Jordán Villarrubia J.C. Cte. Monografía: Apoyo Geográfico a las Operaciones. Departamento de Operaciones. Escuela Superior de las FAS, 27 abril de 2014.
- [23] Nota Informativa. Aportación del Ministerio de Defensa al Plan Cartográfico Nacional. SDGTIC, el 16 de diciembre 2013.
- [24] OR7-018 Integración Terreno Enemigo y Otros Factores INTE. Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2006.
- [25] PD1-001 Empleo de las Fuerzas Terrestres. Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2011.
- [26] Plan Cartográfico Nacional 2013-2016. Comisión Especializada del Plan Cartográfico Nacional. Consejo Superior Geográfico. Ministerio de Fomento.
- [27] Rodríguez Martínez E.D. TCol. La Información Geográfica en las Operaciones de Proyección. Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de Ingenieros. Academia de Ingenieros del Ejército.
- [28] Ruiz Domínguez F. Subinspector del Cuerpo Nacional de Policía. Neo-Geoestrategia sin GNSS. Documento Opinión 81/2014. IEEE, 24 de julio del 2014.

## Otros

- [29] Asignatura Información Geográfica Digital y Teledetección. Centro Universitario de la Defensa, curso 2014-2015.
- [30] Asignatura Ingeniería de la Calidad. Centro Universitario de la Defensa, curso 2012-2013.
- [31] Asignatura Oficina de Proyectos. Centro Universitario de la Defensa, curso 2014-2015.
- [32] Consulta de los apartados de Historial, Organización y misión, Actividades principales, La unidad en operaciones, Noticias de la Unidad, Archivo cartográfico y Cartografía. Consultado en <http://www.ejercito.mde.es/unidades/Madrid/ceget/index.html>, el 24 de julio del 2015.
- [33] Entrevista CEGET: TCol. Jefe del Departamento de Geodesia y Topografía de la Escuela de Guerra del Ejército D. Joaquín Juliani Aguado y TCol. Profesor del Departamento de Geodesia y Topografía de la Escuela de Guerra del Ejército Dr. Wenceslao Lorenzo Romero. 11 de agosto del 2015.

[34] Tutorial sobre Carta Digital de INTRANET. Disponible en: INTRANET/ Tierra/ Ayudas a la Decisión/ Información Geográfica/ Curso Online Carta Digital Para Descarga.

[35] Tutorial sobre Carta Digital ofrecido por la Escuela de Guerra del Ejército en el curso de Carta Digital



## Anexos





## Anexo A. Objetivos principales de las políticas patrón en materia de Información Geográfica de ámbito internacional

- Poner a disposición de órganos responsables de toma de decisiones o de aplicación de políticas comunitarias, datos espaciales abundantes y fiables.
- Establecer servicios integrados de Información Geográfica, basados en una red distribuida de bases de datos, enlazadas por normas comunes y protocolos que aseguren la interoperabilidad.
- Optimizar los datos disponibles mediante documentación de información espacial.
- Lograr la coherencia de la información espacial entre diferentes niveles y temas.
- Crear servicios destinados a mejorar la accesibilidad e interoperabilidad de los datos y a la eliminación de obstáculos para su utilización.

**Tabla A.1. Objetivos de la directiva INSPIRE**

(Fuente: [19])

PGO	Especificaciones
Principios Fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover la interoperabilidad mediante la estandarización de datos y procedimientos para mantener un marco de referencia geoespacial único y sin costuras del espacio de batalla.</li> <li>- Compartir la carga de trabajo, e intercambiar información. Por ello, la OTAN recomienda encarecidamente alcanzar acuerdos bilaterales entre los miembros, que faciliten compartir la carga de trabajo y los costes de la producción y posibiliten el intercambio fluido de información, respetando en todo caso la titularidad original de los productos.</li> <li>- Llevar a cabo una adecuada gestión de la información. El apoyo geoespacial requiere una provisión de información bien coordinada, y una difusión efectiva. Teniendo en cuenta que puede ser necesario difundir información geoespacial en múltiples formatos y soportes, y que las fuerzas pueden estar diseminadas por amplias zonas, el uso de procedimientos normalizados para la distribución es de vital importancia.</li> </ul>
Responsabilidades de cada Nación miembro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada nación es responsable de que las fuerzas que ponga a disposición de la Alianza usen la información geoespacial que haya sido designada por el Mando apropiado.</li> <li>- Las naciones que pongan fuerzas a disposición de la Alianza deben buscar acuerdos con las naciones proveedoras de información geoespacial cuando sea requerido, tanto por la participación en operaciones como en otras actividades.</li> <li>- Para satisfacer requerimientos de la OTAN, contribuirán como proveedoras o coordinadoras del suministro de información geoespacial cuando sea necesario.</li> <li>- Asegurarán el apoyo geoespacial a sus propias fuerzas.</li> <li>- Contribuirán al apoyo geoespacial colectivo y al desarrollo de las capacidades de la Alianza.</li> </ul>

**Tabla A.2. Principios fundamentales y responsabilidades de cada Nación miembro establecidos por la PGO**

(Fuente: [19])

## Anexo B. Información Geográfica en la Administración General del Estado

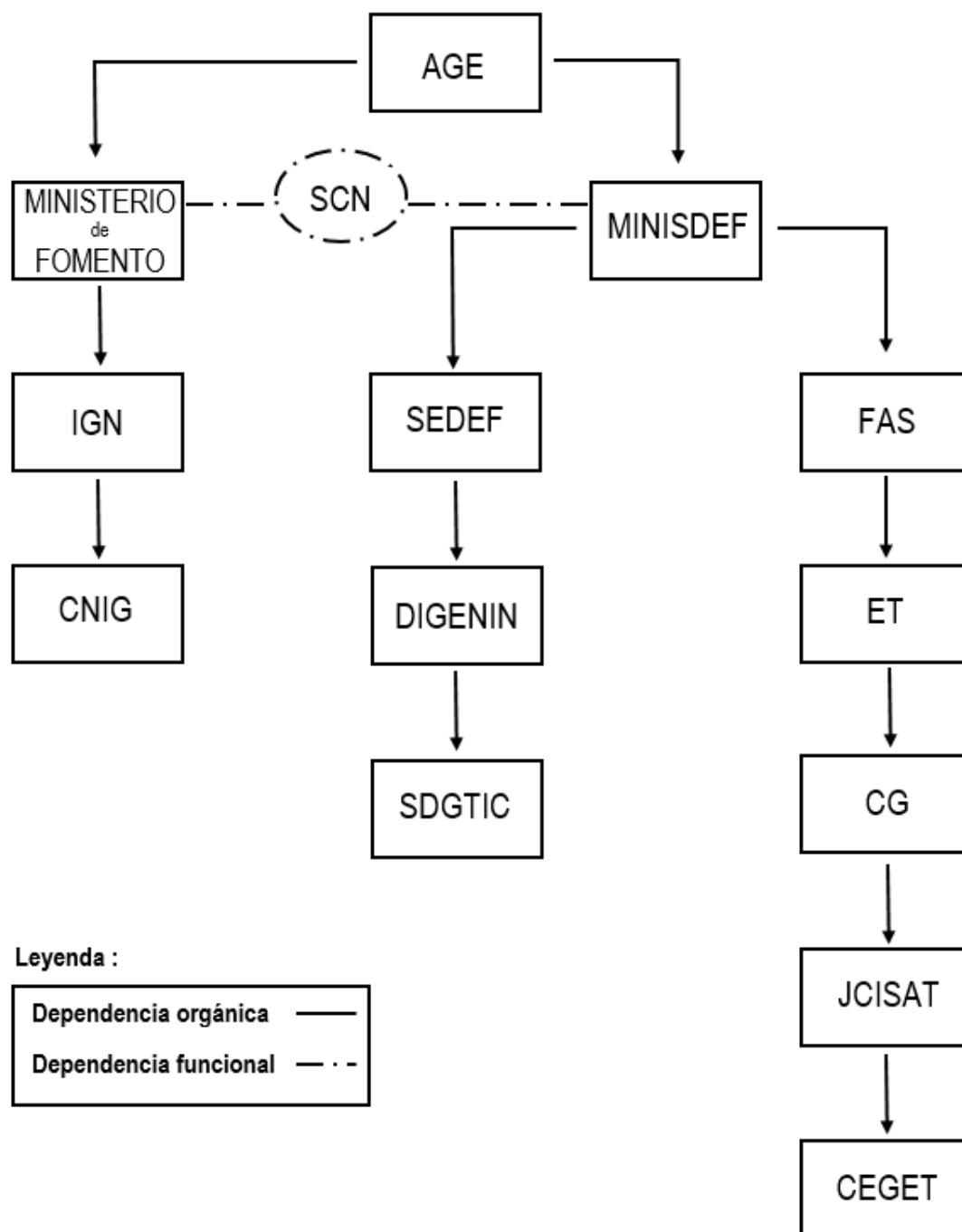


Ilustración B.1. Organigrama conceptual de la estructura principal de producción de IG en la AGE.  
(Fuente: [8], [13], [14], [15], [16], [17], [18] y [23])

**Anexo C. Composición del Sistema Cartográfico Nacional**

<b>Sistema Cartográfico Nacional</b>	<b>Especificaciones</b>
Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional <sup>29</sup>	Entidad de referencia para toda la producción de IG y cartografía oficiales.
Plan Cartográfico Nacional	Instrumento de planificación de la producción cartográfica oficial realizada por la AGE. El PCN surge bajo propuesta del Consejo Superior Geográfico y debe ser aprobado por el Consejo de Ministros. Permanece vigente por un periodo de 4 años <sup>30</sup> pero puede ser revisado cuando las necesidades lo exijan.
Registro Central de Cartografía	Órgano administrativo adscrito al Ministerio de Fomento que, a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, garantiza la fiabilidad e interoperabilidad de los datos geográficos oficiales.
Infraestructura de Información Geográfica de España	Conjunto de Infraestructuras de Datos Espaciales que contiene toda la IG oficial disponible sobre el territorio nacional, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva. De entre estas cabe destacar la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) que recoge toda la IG proporcionada por los distintos productores oficiales a la Infraestructura Nacional de Información Geográfica y la pone a disposición de cualquier usuario a través de la red de servicios web establecida. La IDEE viene desarrollada por la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de IG en España y constituye la materialización nacional de la directiva europea citada anteriormente, INSPIRE.
Consejo Superior Geográfico <sup>31</sup>	Órgano de dirección del SCN, tiene carácter colegiado, depende del Ministerio de Fomento, ejerce la función consultiva y de planificación de la IG y de la cartografía oficiales. Además de proponer el PCN, ejerce como nexo de unión de la AGE con la Comisión Europea en materia de la directiva INSPIRE. Se constituye por diferentes centros directivos de la AGE, de las CCAA y de entidades locales.

**Tabla C.1. Composición detallada del Sistema Cartográfico Nacional**

(Fuente: Artículos 2, 4, 8, 15, 26, 31, [13])

<b>Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional</b>	<b>Especificaciones</b>
Sistema de Referencia Geodésico	- Redes nacionales geodésicas. - Redes nacionales de nivelaciones.
Sistema Oficial de Coordenadas	- Coordenadas geográficas basadas en el Sistema de Referencia Geodésico. - Coordenadas planas del Sistema de Proyección UTM.
Toponomía oficial recogida en el Nomenclátor Geográfico Básico de España	Inscripciones de las denominaciones oficiales.
Delimitaciones Territoriales inscritas en el Registro Central de Cartografía	- Delimitaciones Territoriales inscritas en el Registro Central de Cartografía. - Delimitaciones Territoriales inscritas en el en el Registro autonómico.
Inventario Nacional de Referencias Geográficas Municipales.	Situación geográfica de cada Entidad Local contenida en el Registro de Entidades Locales.

**Tabla C.2. Composición detallada del Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional**

(Fuente: Artículo 4, [13])

<sup>29</sup> Su estructura se detalla en la **Tabla C.2.**<sup>30</sup> El actual PCN estará vigente durante el periodo 2013-2016 [26].<sup>31</sup> Su estructura se recoge en la **Tabla C.3.**

Consejo Superior Geográfico	Especificaciones
El Pleno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presidente: Subsecretario de Fomento.</li> <li>- Tres Vicepresidentes: Director General del IGN, Director del Instituto Hidrográfico de la Marina y Director General del Catastro.</li> <li>- Secretario Técnico.</li> <li>- El Presidente del Comité Consultivo.</li> <li>- Un vocal representante de cada uno de los siguientes Departamentos Ministeriales: Asuntos Exteriores y de Cooperación; Justicia; Administraciones Públicas; Presidencia; Industria, Turismo y Comercio; Sanidad y Consumo; Vivienda; y Educación y Ciencia.</li> <li>- Dos vocales en representación del Ministerio de Economía y Hacienda.</li> <li>- Tres vocales en representación de cada uno de los siguientes Departamentos Ministeriales: Medio Ambiente; y Agricultura, Pesca y Alimentación.</li> <li>- Cuatro vocales en representación de cada uno de los siguientes Departamentos Ministeriales: Defensa (los titulares del Centro Geográfico del Ejército y del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire; otro a propuesta de la SUBDEF, y otro a propuesta de la SEDEF); y Fomento.</li> <li>- Un vocal representante propuesto por diversos Centros Directivos u Organismos Públicos.</li> <li>- Un vocal en representación de cada Comunidad Autónoma.</li> <li>- Seis vocales en representación de las ciudades con Estatuto de Autonomía y demás Entidades Locales.</li> </ul>
La Comisión Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presidente: Director General del IGN.</li> <li>- Dos Vicepresidentes: Director del Instituto Hidrográfico de la Marina y Director General del Catastro.</li> <li>- Quince vocales, designados por el Presidente del Pleno.</li> <li>- Los Presidentes de las Comisiones Especializadas del Consejo.</li> <li>- Secretario: El Secretario Técnico del Consejo Superior Geográfico.</li> </ul>
La Comisión Territorial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presidencia: Presidente de la Comisión Permanente.</li> <li>- Un representante de cada una de las comunidades autónomas y ciudades con Estatuto de Autonomía integradas en el Sistema Cartográfico Nacional.</li> <li>- Un representante propuesto por la Asociación de Entidades Locales de mayor implantación en el territorio nacional.</li> </ul>
Las Comisiones Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presidente.</li> <li>- Secretario.</li> <li>- Un mínimo de cinco y un máximo de siete expertos.</li> </ul> <p>Las Comisiones Especializadas constituidas son las siguientes: Sistema Geodésico, Plan Cartográfico Nacional, Normas Geográficas, Observación del Territorio, Infraestructuras de Datos Espaciales, y Nombres Geográficos.</p>
La Secretaría Técnica	Desempeñada por la Secretaría General de la Dirección General del IGN.

**Tabla C.3. Composición detallada del Consejo Superior Geográfico**  
(Fuente: Artículos del 31-37, [13])

## Anexo D. Marco legislativo de la Información Geográfica en ámbito nacional

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley 11/1975, de 12 de marzo sobre Señales Geodésicas y Geofísicas.</li> <li>• Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.</li> <li>• Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía.</li> <li>• Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.</li> <li>• Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).</li> <li>• Ley 11/2007, de 22 de junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos.</li> <li>• Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre Reutilización de la Información del Sector Público.</li> <li>• Real Decreto 2421/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 11/1975, de 12 de marzo, sobre Señales Geodésicas y Geofísicas.</li> <li>• Real Decreto 585/1989, de 26 de mayo, por el que se desarrolla la Ley 7/1986, de 24 de enero, en materia de Cartografía Catastral.</li> <li>• Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.</li> <li>• Real Decreto 417/2006, de 7 de abril, por el que se desarrolla el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.</li> <li>• Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).</li> <li>• Real Decreto 663/2007, de 25 de mayo, por el que se aprueba el Estatuto del Centro Nacional de Información Geográfica.</li> <li>• Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el Sistema Geodésico de Referencia Oficial en España.</li> <li>• Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional.</li> <li>• Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica.</li> <li>• Real Decreto 452/2012, de 5 de marzo por el que se modifica y desarrolla la Estructura Orgánica Básica del Ministerio de Fomento.</li> <li>• Orden FOM/956/2008, de 31 de marzo, por la que se aprueba la política de difusión de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.</li> <li>• Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE).</li> </ul>
---

**Tabla D.1. Legislación nacional explícita de IG**

(Fuente: [http://www.idee.es/show.do?to=pideep\\_recomendaciones.ES](http://www.idee.es/show.do?to=pideep_recomendaciones.ES), [26])

- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos.
- Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del Sector Público.
- Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica.

**Tabla D.2. Legislación nacional implícita de IG de aplicación en ámbitos más amplios**  
(Fuente: [26])

- Base Topográfica Armonizada v1.0 (2008).
- Núcleo Español de Metadatos v 1.0.
- Núcleo Español de Metadatos de Servicio v 1.0.
- Recomendaciones para la implementación de un WMS v 1.0.

**Tabla D.3. Normas y recomendaciones amparadas por el Consejo Superior Geográfico**  
(Fuente: [26])

## Anexo E. Marco legislativo de la Información Geográfica en ámbito internacional

<ul style="list-style-type: none"> <li>• INSPIRE Metadata Regulation 03.12.2008.</li> <li>• Corrigendum Metadata Regularion 15.12.2009.</li> <li>• INSPIRE Metadata Implementng Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119.</li> <li>• Commission Regulation implementing Directive 2007/2/CE as regards interoperability of spatial datasets and services 10.12.2010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Administrative Units - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Cadaster Parcels - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Geographical Names - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Hydrography - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Protected Sites - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Transport Networks - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Addresses- Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Coordinate Reference System - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• INSPIRE Data Specification on Geographical Grid Systems - Guidelines v3.0.1 03.05.02010.</li> <li>• Commission Regulation 976/2009 implementing Directive 2007/2/CE as regards the Network Services 19.10.2009.</li> <li>• Commission Regulation amending Regulation 976/2009 as regards download and transformation service 10.12.2010.</li> <li>• Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Discovery Services 07.11.2011.</li> <li>• Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services 07.11.2011.</li> <li>• Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service 15.12.2010.</li> <li>• Regulation on INSPIRE Data and Service Sharing 29.03.2010.</li> <li>• Guidance on the "Regulation on access to spatial data sets and services of the Member States by Community institutions and bodies under harmonised conditions" 03.12.20.</li> </ul>
---

**Tabla E.1. Normas de ejecución INSPIRE**  
(Fuente: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/47>, [26])

- Web Map Service v 1.3.0.
- Web Map Tiled Service v 1.0.0.
- Catalogue Service for the Web v 2.0.
- Web Feature Service v 2.0.
- Web Coverage Service v 2.0.
- Web Map Context v 1.1.
- Style Layer Descriptor 1.1.0.
- Web Processing Service v 1.0.0.
- KML v 2.2.0.
- Sensor Observation Service v 2.0.

**Tabla E.2. Estándares OGC**  
(Fuente: [26])

- ISO 6709: 2008 Standard representation of geographic point location by coordinates.
- UNE-EN ISO 19101: 2006 Modelo de Referencia.
- UNE-EN ISO 19106: 2005 Perfiles.
- UNE-EN ISO 19107: 2003 Spatial Schema.
- UNE-EN ISO 19109: 2009 Reglas para esquemas de aplicación.
- UNE-EN ISO 19111: 2009 Sistemas de Referencia Espacial por coordenadas.
- UNE-EN ISO 19112: 2005 Sistemas de Referencia basados en identificadores geográficos.
- UNE-EN ISO 19113: 2005 Principios de Calidad.
- UNE-EN ISO 19114: 2005 Métodos de Evaluación de la Calidad.
- UNE-EN ISO 19119: 2007 Servicios.
- UNE-EN ISO 19128: 2009 Interfaz de Servicios Web de Mapas.
- UNE-EN ISO 19131: 2009 Especificaciones de producto de datos.
- UNE-EN ISO 19136: 2007 GML.
- UNE-EN ISO 19137: 2009 Perfil esencial del esquema espacial.
- UNE-EN ISO 19139: 2011 XML schema implementation.
- UNE-EN ISO 19142: 2011 Web Feature Service.

**Tabla E.3. Normas ISO 19100**  
(Fuente: [http://www.isotc211.org/pow\\_all.htm](http://www.isotc211.org/pow_all.htm), [26])



## Anexo F. Producción de Información Geográfica en el Ministerio de Defensa

- Cuáles son los objetivos a cumplir por parte de las FAS en materia de información cartográfica.
- Cuáles son las distintas líneas de actuación en base a las necesidades específicas de los distintos Estados Mayores (los tres Cuarteles Generales de los Ejércitos y la Armada), la política geoespacial de la OTAN y los acuerdos de colaboración suscritos con otros países y organismos internacionales.
- Cuáles son los cometidos de cada uno de los organismos cartográficos de las FAS y los apoyos que se deben prestar entre ellos.
- Cuál es el procedimiento de intercambio y difusión de la información cartográfica entre los distintos organismos y con el resto de las unidades, centros y organismos de las FAS.
- Cuáles son los canales de petición de apoyos entre los distintos Ejércitos, la UME y el EMAD.

**Tabla F.1. Responsabilidades del Plan Cartográfico de las FAS**  
(Fuente: [22])

- Llevar a cabo la redacción final del Plan Cartográfico de las Fuerzas Armadas, coordinando a los centros cartográficos de los Ejércitos y Armada y a los restantes organismos implicados, así como elevarlo para su aprobación.
- Coordinar la participación del MINISDEF en todos los organismos y foros de cooperación en materia de Información Geoespacial, cartográfica, etc., tanto a nivel nacional como internacional.
- Elaborar y promover la firma de acuerdos técnicos para la cooperación en materia geoespacial y el intercambio de materiales y datos geográficos entre el MINISDEF y los organismos cartográficos de otros países, siguiendo las directrices de la Política Geoespacial de la OTAN.
- Coordinar las metodologías, planes de trabajo y actividades de los centros cartográficos de las FAS.
- Recibir solicitudes de obtención de información geoespacial por parte de las FAS, y gestionar la obtención de los productos a través de organismos cartográficos nacionales y/o extranjeros.
- Coordinar la redacción de aquellos catálogos de productos geográficos generados por las FAS, que resulte necesario poner a disposición de la OTAN o de otros organismos nacionales o internacionales.

**Tabla F.2. Principales cometidos de la Unidad de Coordinación Geográfica**  
(Fuente: [22])

## Anexo G. Tipos de Apoyo Geográfico

- Obtención y gestión de todo tipo fuentes geoespaciales.
- Producción de datos y productos geoespaciales en gran volumen y con gran calidad, tanto en formato papel como en digital y servicios web.
- Gran capacidad de gestión/manejo de datos geoespaciales.
- Capacidad de obtención de altimetría mediante técnicas de restitución, manejo de datos LIDAR11, radar o correlación automática.
- Proporcionar el apoyo de personal y material necesario a elementos GEO cuando el Mando lo determine.
- Proporcionar apoyo especializado a través de la Unidad Geográfica del ET.
- Capacidad de asesoramiento y apoyo en materias de Información Geográfica a todo el Ejército, dado que conocen el esfuerzo y capacidad que requiere la generación de productos.

**Tabla G.1. Capacidades del apoyo geográfico general**  
(Fuente: [20])

- Asesoramiento al mando y adiestramiento de personal.
- Obtención, adquisición y producción de Información Geográfica.
- Gestión y mantenimiento de datos geográficos a través de bases de datos (Actualización de la Base de Datos Geográfica Local a nivel Operacional/Táctico).
- Establecimiento, mantenimiento y ampliación de redes geodésicas y topográficas.
- Apoyo en el Análisis del Terreno.
- Generación y disposición de productos adaptados a la misión.
- Capacidades medias de difusión de información y productos geoespacial en formato papel, digital y web.
- Instrucción en la materia.

**Tabla G.2. Capacidades del apoyo geográfico específico**  
(Fuente: [22])

- Asesoramiento.
- Manejo y explotación de datos geográficos.
- Análisis del Terreno.
- Obtención y producción de Información Geoespacial en cualquier soporte.
- Presentación y distribución de la información.

**Tabla G.3. Capacidades del apoyo geográfico orgánico**  
(Fuente: [20])

## Anexo H. El Centro Geográfico del Ejército de Tierra

- Proporcionar la información geográfica necesaria para cubrir las necesidades operativas de las UCO del ET, en cualquier tipo de formato y soporte.
- Mantenimiento y actualización de las bases de datos geográficas nacionales e internacionales.
- Aportación de todas sus capacidades para la activación, despliegue y mantenimiento de su Unidad Geográfica, cerciorándose de que el apoyo a la UGET sea capaz de poner a disposición de los Cuarteles Generales de las GU,s productos geográficos normalizados y adaptados a la misión.
- Poner a disposición del usuario militar las herramientas y/o aplicaciones para la adecuada explotación de la IG, dirigiendo programas en el ámbito del manejo de Información Geográfica (SIGMIL/Carta Digital).
- Realización de seminarios y jornadas de actualización de apoyo geográfico a unidades del ET.
- Participar y ser POC cuando se precise, de comisiones, grupos de trabajo, foros y reuniones tanto nacionales como internacionales sobre IG, especialmente en las estructuras operativas donde se coordine la cartografía que se produce para operaciones multinacionales.
- Proporcionar a los centros cartográficos de otros Ejércitos la información de base necesaria para la elaboración de su cartografía y productos específicos.
- Asesorar al Mando sobre las necesidades de formación especializada en cada nivel donde existan responsabilidades GEO. Así como asesoramiento en materia SIG.
- Realización de levantamientos topográficos en el ámbito del ET.
- Mantener actualizada la doctrina de apoyo geográfico.

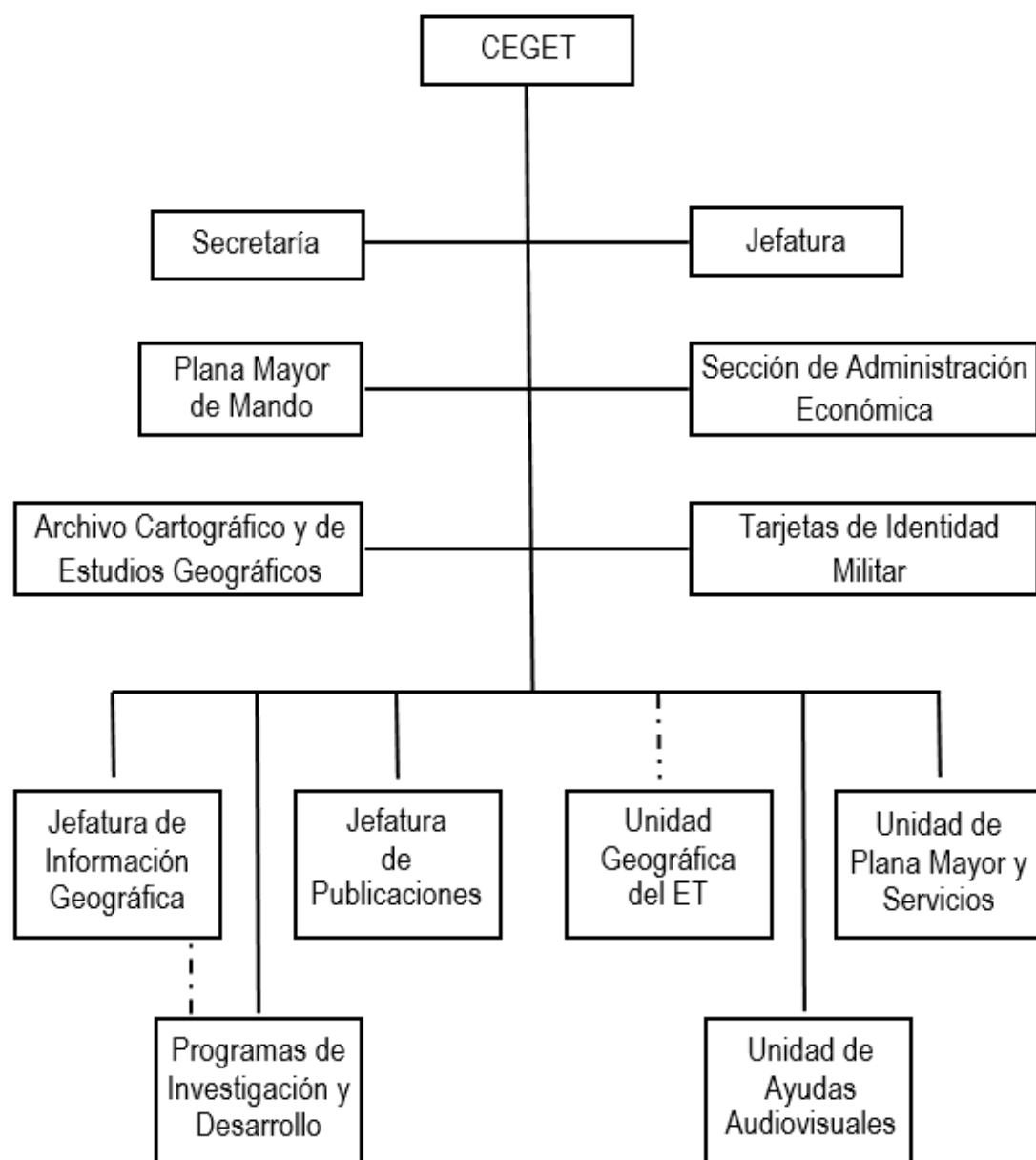
**Tabla H.1. Cometidos del CEGET en tareas de Apoyo Geográfico General**

(Fuente: [8] pp.15 y 16 y [22] pp. 10 y 11)

- Formación de mapas, adaptando las Series Militares a la normativa OTAN. El proceso se realiza en los Departamentos de Fotogrametría, Formación Cartográfica, Cartografía Automática e I + D, coordinados por la Jefatura de Información Geográfica.
- Publicación y distribución de mapas realizados en los Departamentos de Reproducción de Cartografía e Imprenta y Distribución de Cartografía, coordinados por la Jefatura de Publicaciones.
- Formación de modelos digitales de elevación del terreno. En 1986 desarrolló el DTED1 con puntos de altitud cada tres segundos de arco (coordenadas geográficas) permitiendo la digitalización de curvas de nivel con 20m de equidistancia de todo el Territorio Nacional. Actualmente desarrolla el DTED2 de mayor precisión ya que desarrolla modelos digitales con puntos de altitud cada segundo de arco.
- Tratamiento de espacio-imágenes para la obtención de ortoimágenes y mapas de zonas de interés militar.

**Tabla H.2. Actividades específicas de producción cartográfica del CEGET**

(Fuente: [26])



**Leyenda :**

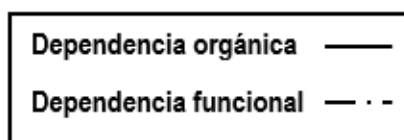


Ilustración H.1. Orgánica del CEGET  
(Fuente: [22])

Organismos subordinados al CEGET	Especificaciones
Jefatura de Información Geográfica	Es el elemento principal que se encarga del Apoyo Geográfico General. Por su especial relevancia se explica en el epígrafe 2.3.1.2.
Jefatura de Publicaciones	Gracias a sus talleres de preimpresión, impresión y encuadernación se encarga de la publicación de la cartografía y de otros productos de interés para el Ejército como manuales de enseñanza o revistas.
Unidad Geográfica del ET	Proporciona apoyo geográfico directo a las Unidades en operaciones y ejercicios. Por su especial relevancia se explica en el epígrafe 2.3.1.2.
Unidad de Ayudas Audiovisuales	Se responsabiliza de reportajes y videos didácticos e institucionales.

Tabla H.3. Especificación de algunos de los organismos inmediatamente subordinados al CEGET  
(Fuente: [3] y [6])

Anexo I. La Unidad Geográfica del Ejército de Tierra

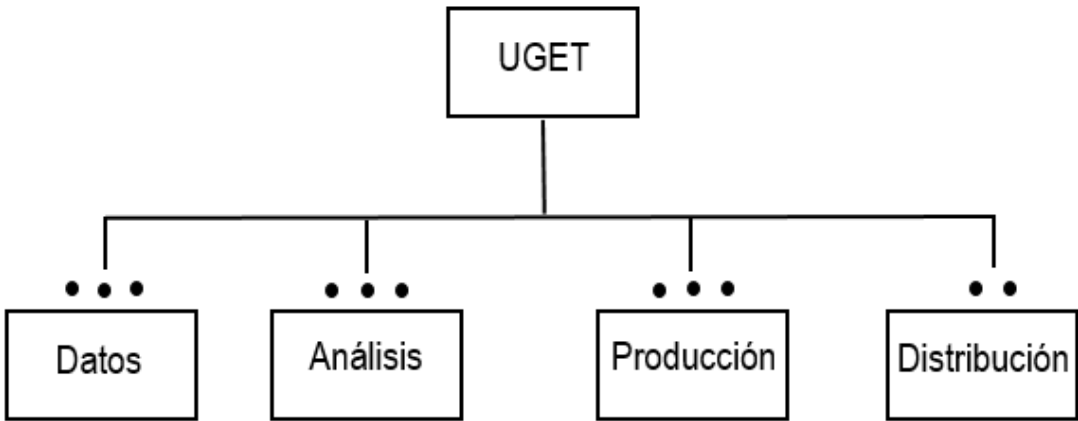


Ilustración I.1. Estructura orgánica de la UGET  
(Fuente: [32])

Generalidades	Especificaciones
Capacidades	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apoyo geográfico especializado a las unidades.</li><li>- Apoyo a fuerzas de respuesta de OTAN.</li><li>- Capacidad de actuación en marcos multinacionales.</li><li>- Apoyo geográfico adicional en área de operaciones.</li><li>- Despliegue próximo a las tropas desplegadas.</li><li>- Estructura modular con capacidad de desdoblamiento y adaptación a la misión.</li><li>- Actuación en cualquier tipo de escenario.</li></ul>
Posibilidades	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apoyo a varias Unidades a la vez.</li><li>- Flujo de trabajo completo.</li><li>- Manejo y uso de cualquier software y formatos cartográficos.</li><li>- Capacidad de impresión y distribución.</li></ul>

Tabla I.1. Generalidades de la UGET  
(Fuente: [32])

Unidad	Medios	Capacidades
Sección de Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipos GPS de alta precisión</li> <li>- Ordenadores portátiles ruggedizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular coordenadas sobre el terreno.</li> <li>- Hacer replanteos.</li> <li>- Captura de información geográfica en el terreno.</li> <li>- Realizar trabajos topográficos y geodésicos.</li> </ul>
Sección de Análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hardware</li> <li>- Software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar datos digitales cartográficos.</li> <li>- Generar productos en soporte digital (ejemplo: un mapa temático).</li> </ul>
Sección de Producción	Taller de impresión ruggedizado	-Realizar una tirada impresa de cartografía directamente en Zona de Operaciones.
Grupo de Distribución	/	- Distribuir los productos que se generan.

Tabla I.2. Medios y Capacidades de las Unidades subordinadas al UGET  
(Fuente: [32])

## **Anexo J. Las células de apoyo geográfico en Cuarteles Generales**

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Garantizar un marco geoespacial común en base a las series estandarizadas y los productos cartográficos normalizados disponibles.</li><li>• Proporcionar y mantener la IG necesaria para la Unidad a la que sirve.</li><li>• Apoyo al proceso de planeamiento operativo.</li><li>• Análisis del terreno y evaluación del espacio de batalla.</li><li>• Proporcionar asesoramiento geoespacial a todos los niveles de mando que se determinen.</li><li>• Asegurarse de que la capacidad GEO, tanto en personal como en unidades y equipo, se mantiene a todos los niveles de mando para apoyar el ritmo de las operaciones.</li></ul> |
|--|

**Tabla J.1. Actividades potenciales a desarrollar por las células de apoyo geográfico en CG**  
(Fuente: [22])



## Anexo K. Series Cartográficas

Serie	Escala	Equidistancia	Nº Hojas	Terminada
L	1:50.000	20m	1.081	1986
C	1:100.000	40m	291	1993
2C	1:200.000	100m	91	1971
4C	1:400.000	200m	30	1972
8C	1:800.000	200m	9	1975
5V	1:25.000	10m	4.300	
2V	1:10.000	5m	....	

Tabla K.1. Series cartográficas militares  
(Fuente: [32])

Series/Cartografía	Escala
Mapa general de España	1:1.500.000 Y 1:1.000.000
OTAN 1404	1:500.000
Mapa militar de carreteras	1:400.000
OTAN 1501-ground Serie 250M	1:250.000
OTAN M681 OTAN M682 OTAN P612	1:100.000
OTAN M7814 OTAN M7815 OTAN P713 OTAN P735 OTAN P736	1:50.000
Especial de campos de maniobras y tiro	1:25.000 1:10.000 Y Mayores
Cartografía de ciudades	Mapa de ciudad con imagen, formato ICM
Cartografía OTAN de zona de operaciones y de otras zonas de interés para la defensa nacional	1:50.000 con IG del proyecto MGCP

Tabla K.2. Series OTAN y otras de interés  
(Fuente: [5])

## Anexo L. Niveles de clasificación de la Información Geográfica

Nivel	Escala equivalente en papel	Resolución Espacial. Matricial (m)	Resolución Espacial Matricial (m)
0	$E \leq 1:1.000.000$	NO	RM
1	$1:1.000.000 < E \leq 1:250.000$	$RI \geq 10m$	$30m < RM \leq 10m$
2	$1:250.000 < E \leq 1:50.000$	$5m \leq RI < 10m$	$10m < RM \leq 30m$
3	$1:50.000 < E \leq 1:25.000$	$1m < RI < 5m$	$5m < RM \leq 10m$
4	$1:25.000 < E \leq 1:5.000$	1m resolución	$1m < RM \leq 5m$
5	$E > 1:5.000$	Mejor que 1m	1m o mejor

Tabla L.1. Clasificación de la IG en niveles según datos específicos  
(Fuente: [27])

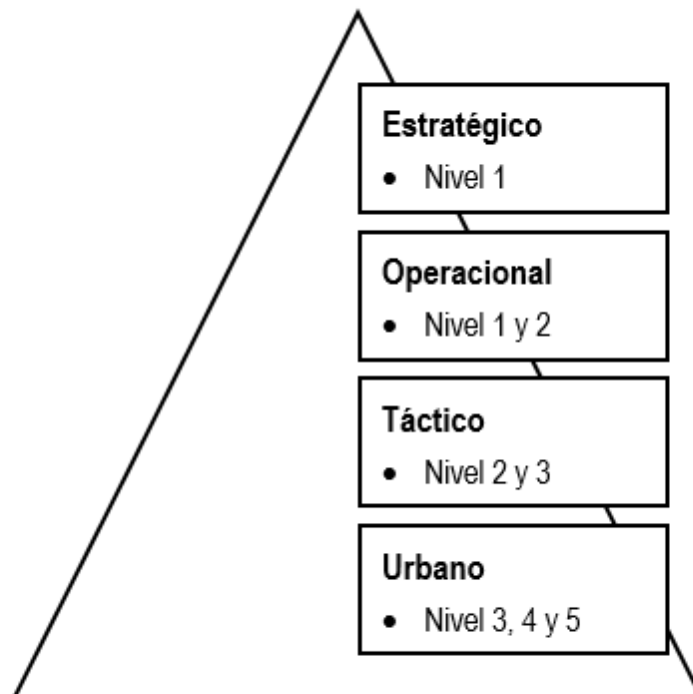


Ilustración L.1. Correspondencia entre los niveles de IG y los niveles de planeamiento  
(Fuente: [27])



## Anexo M. Difusión y distribución de productos cartográficos en el Ejército de Tierra

<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cartografía militar, terrestre y aeronáutica, es de utilidad específicamente militar y de uso libre en las Fuerzas Armadas, con las restricciones que la Ley sobre Secretos Oficiales, el Estado Mayor Conjunto y/o los Cuarteles Generales puedan delimitar.</li> <li>• La cartografía militar, terrestre y aeronáutica, de libre difusión podrá ser puesta a la venta según la O.M. 277/2003.</li> <li>• Las imágenes obtenidas por los servicios cartográficos militares son de libre difusión previa censura de las áreas que contengan objetivos clasificados.</li> <li>• La cartografía militar en soporte digital es de libre difusión en el ámbito de las Fuerzas Armadas.</li> <li>• La autorización para utilizar información o datos hidrográficos, cartográficos u oceanográficos, en cualquier tipo de formato, se formalizará mediante un acuerdo de reproducción, si se solicita con fines comerciales, o con una licencia de uso en caso contrario.</li> </ul>
--

**Tabla M.1. Restricciones en la difusión de IG del ET**  
(Fuente: [26])

Clases de productos cartográficos	Especificaciones
Clase 1. Productos cartográficos necesarios para actividades de enseñanza, instrucción y adiestramiento.	Engloba a todos los productos cartográficos necesarios en las UCO,s del ET para la realización de las actividades citadas estrictamente en Territorio Nacional (Centros Nacionales de Adiestramiento y Campos de Tiro y Maniobras Nacionales o Regionales). Dentro de esta clase se distinguen otras dos: - Clase 1 Normalizada o de CUPO: corresponde a las series cartográficas en existencia de cupo en el CEGET. - Clase 1 Especial: aquellas de las que no hay existencias en el CEGET y debe realizarlas ad hoc para las Unidades.
Clase 2. Productos cartográficos necesarios para actividades relacionadas con el PPIET.	Hace referencia a aquellos productos cartográficos cuya distribución queda limitada exclusivamente a las UCO,s implicadas en el desarrollo y ejecución del citado Plan.
Clase 3. Productos cartográficos necesarios para actividades relacionadas con el desarrollo de operaciones.	Enmarca aquellos productos cartográficos necesarios para el apoyo a las operaciones en las que Unidades del ET vayan a participar o estén participando, así como aquellos necesarios para actividades de Enseñanza, Instrucción y Adiestramiento fuera del Territorio Nacional

**Tabla M.2. Especificaciones de las clases de productos cartográficos en el ET**  
(Fuente: [7])

Texto: ASUNTO: Solicitud de productos cartográficos clase <sup>(1)</sup> para <sup>(2)</sup>

- Actividad: <sup>3</sup>
- Tipo de producto: <sup>4</sup>
- Serie militar del producto: <sup>5</sup>
- Zona: <sup>6</sup>
- N° de ejemplares: <sup>7</sup>
- N° serie de las hojas o código de producto: <sup>8</sup>
- Fechas previstas de realización de la actividad:
- Fecha límite de recepción del mismo: <sup>9</sup>
- UCO. solicitante:
- Dirección postal de envío: <sup>10</sup>
- POC.: <sup>11</sup>

Ilustración M.1. Formato de la solicitud de productos cartográficos en el ET  
(Fuente: Anexo I, [7])

<sup>1</sup> Indicar el número de la clase de producto cartográfico (1, 2, 3), según el apartado 6 del cuerpo de esta NG. En el caso de cartografía CLASE 1 se indicará si es Normalizada (CUPO) o Especial.

<sup>2</sup> Nombre de la actividad a desarrollar (por ejemplo, Ejercicio CIERZO-05)

<sup>3</sup> Tipo de actividad, según el apartado 6 del cuerpo de esta NG.

<sup>4</sup> Tipo de producto de los contemplados en el apartado 5 del cuerpo de esta NG.

<sup>5</sup> Denominación de la serie militar que recoge dicho producto

<sup>6</sup> Zona o área geográfica que abarca la solicitud.

<sup>7</sup> Número de ejemplares por cada tipo de producto

<sup>8</sup> Código identificativo del producto según catálogo CEGET.

<sup>9</sup> Fecha máxima en la que el producto debe estar en poder del usuario

<sup>10</sup> Dirección a la cual hay que enviar la solicitud

<sup>11</sup> Empleo, nombre y teléfono de contacto del responsable de la solicitud.

Ilustración M.2. Especificaciones del formato de la solicitud de productos cartográficos en el ET  
(Fuente: Anexo I, [7])



## Anexo N. Explotación de la Información Geográfica a través de programas digitales

Programas de tratamiento de IG	Explicación	Ejemplos
Repositorios de Datos	Bases de datos informáticas con capacidad de almacenar y gestionar todos los datos geoespaciales en sus diferentes formatos.	El mejor ejemplo de repositorio en España es la IDEE, explicada en el epígrafe 2.2.1.
<i>Desktop GIS</i> o SIG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consisten en un software que permite realizar un análisis técnico y completo de la IG digital.</li> <li>- De una forma general se distinguen entre software de pago y libres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software de pago: ArcGIS (el más extendido y completo actualmente).</li> <li>- Software libre: GeoMedia, gvSIG, QGIS y Carta Digital (entre los más destacados).</li> </ul>
Servicios Web	Servicios disponibles en la red que ofrecen servicios geográficos de muy diversa índole.	<p>Los más comunes y estandarizados entre los usuarios son los servicios que ofrece <i>Open Geospatial Consortium</i> (OGC)<sup>32</sup>, entre los que destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WMS (<i>Web Map Service</i>).</li> <li>- WFS (<i>Web Feature Service</i>).</li> <li>- WCS (<i>Web Coverage Service</i>).</li> <li>- WPS (<i>Web Processing Service</i>).</li> </ul>
<i>Lightweight Clients</i> o "Clientes Ligeros"	Interfaces que ofrecen un análisis geoespacial básico y visual, no tan completo o técnico como el que ofrece un SIG.	En este tipo de programas digitales se encuadran todas las aplicaciones para dispositivos móviles y los softwares de visualización de IG para ordenadores personales, como por ejemplo: TwoNav Andoird, OziExplorer, CompeGPS, Oruxmaps o Carta Digital Android.

Tabla N.1. Tipos de programas digitales relacionados con el tratamiento de la IG  
(Fuente: [33])

<sup>32</sup> La Tabla N.2 presenta las funcionalidades más significativas de los servicios más comunes de OGC.

Servicios Web OGC	Especificaciones
WMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ofrece mapas (representación de la IG en forma de un archivo de imagen digital) de datos referenciados espacialmente de forma dinámica.</li> <li>- Los mapas producidos por WMS se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF o JPEG.</li> </ul>
WFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona información relativa a elementos de una cobertura vectorial.</li> <li>- Los WFS permiten hacer consultas y recuperación de elementos geográficos. A veces también permite "descargar" la información, crearla, eliminarla y actualizarla.</li> </ul>
WCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona la obtención de datos en el modelo de datos ráster.</li> <li>- Sirven para visualizar variables continuas, trabajar con ellas y realizar el tratamiento de datos al igual que realiza los servicios WFS.</li> </ul>
WPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona acceso a operaciones o cálculos de datos geoespaciales, de distinta complejidad, mediante Servicios Web como interfaz. Es decir, da capacidad de análisis y modelado SIG.</li> <li>- La mayoría de los servicios WPS tienen que ser invocados por aplicaciones cliente (software en el ordenador personal) que proveen controles al usuario para el manejo de este tipo de servicios.</li> <li>- Soporta procesos largos y costosos en el tiempo.</li> </ul>

Tabla N.2. Servicios Web de OGC  
(Fuente: [29])

## Anexo O. Identificación de funciones potencialmente útiles de Carta Digital para Pequeñas Unidades de Infantería Ligera en apoyo a ejercicios y operaciones

Prácticas Externas	CAC. Miguel Ivorra Ferrer
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 0 auto; width: 80%;">ENCUESTA SOBRE LOS PROGRAMAS CARTOGRÁFICOS DIGITALES</div>	
<p><b>Objetivo:</b></p> <p>Identificar: los programas cartográficos digitales más usados por el personal militar de la VII Bandera "Valenzuela" de la Legión, las aplicaciones más utilizadas en estos programas, aquellas carencias identificadas por los usuarios y las prestaciones que les gustaría que ofrecieran estos programas digitales.</p> <p><b>Propósito:</b></p> <p>A través de esta encuesta se pretende incluir la participación de personal militar usuario de programas cartográficos digitales, dotando al trabajo de un mayor peso fundamentado en el conocimiento de los usuarios, y de una mayor objetividad basada en las aportaciones diferentes a las del autor de este trabajo. Todo ello con la finalidad última de apoyar el estudio del CAC, sobre las aplicaciones más útiles en los programas digitales de tratamiento de Información Geográfica.</p> <p><b>Preguntas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Empleo del encuestado</li> <li>2) Indique las funciones que desempeña en su Compañía (encuadramiento).</li> <li>3) ¿Cuál es el programa digital cartográfico que emplea habitualmente? (Si son varios indique todos).</li> <li>4) ¿Le parecen útiles los programas digitales (llamados SIG) para realizar tareas relacionadas con la Información Geográfica?</li> </ol> <p>En caso afirmativo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5) Describa brevemente por qué utiliza dicho programa.</li> <li>6) ¿Con qué frecuencia lo utiliza?</li> <li>7) ¿Cómo ha aprendido a utilizarlo, ha recibido algún tipo de formación específica en el manejo de estos programas o ha sido autodidacta?</li> <li>8) ¿Para qué lo utiliza? Especifique las funciones que ejecuta con el programa.</li> <li>9) ¿Qué funciones/prestaciones le gustaría que el programa realizara, pero que no sabe cómo ejecutarlas o no se pueden ejecutar con el programa utilizado?</li> <li>10) Basándose en su uso, ¿qué carencias detecta en el SIG que utiliza?</li> </ol>	

Ilustración O.1. Encuesta sobre los programas cartográficos digitales



# **Anexo P.** Desarrollo de las funciones potencialmente útiles de Carta Digital para Pequeñas Unidades de Infantería Ligera en apoyo a ejercicios y operaciones

Datos digitales	Especificaciones
Vectoriales	Presentan la Información Geográfica mediante elementos independientes puntuales, lineales y de superficie. Estos datos pueden llevar asociados información descriptiva en forma de tablas, dicha información se define como atributos. En resumen, son bases de datos constituidas por vectores (puntos, líneas, polígonos).
Ráster	Proporcionan una réplica digital del correspondiente producto papel, comúnmente llamados imágenes. Las imágenes satélite y ortofotos se consideran como datos ráster.
Matriciales	Presentan un aspecto tridimensional de la Información Geográfica, proporcionan datos de altura. Facilitan la visualización en tres dimensiones. En Carta Digital para trabajar con la coordenada Z se utilizan los Modelos de Terreno.

Tabla P.1. Tipos de datos digitales  
(Fuente: [7] y [29])

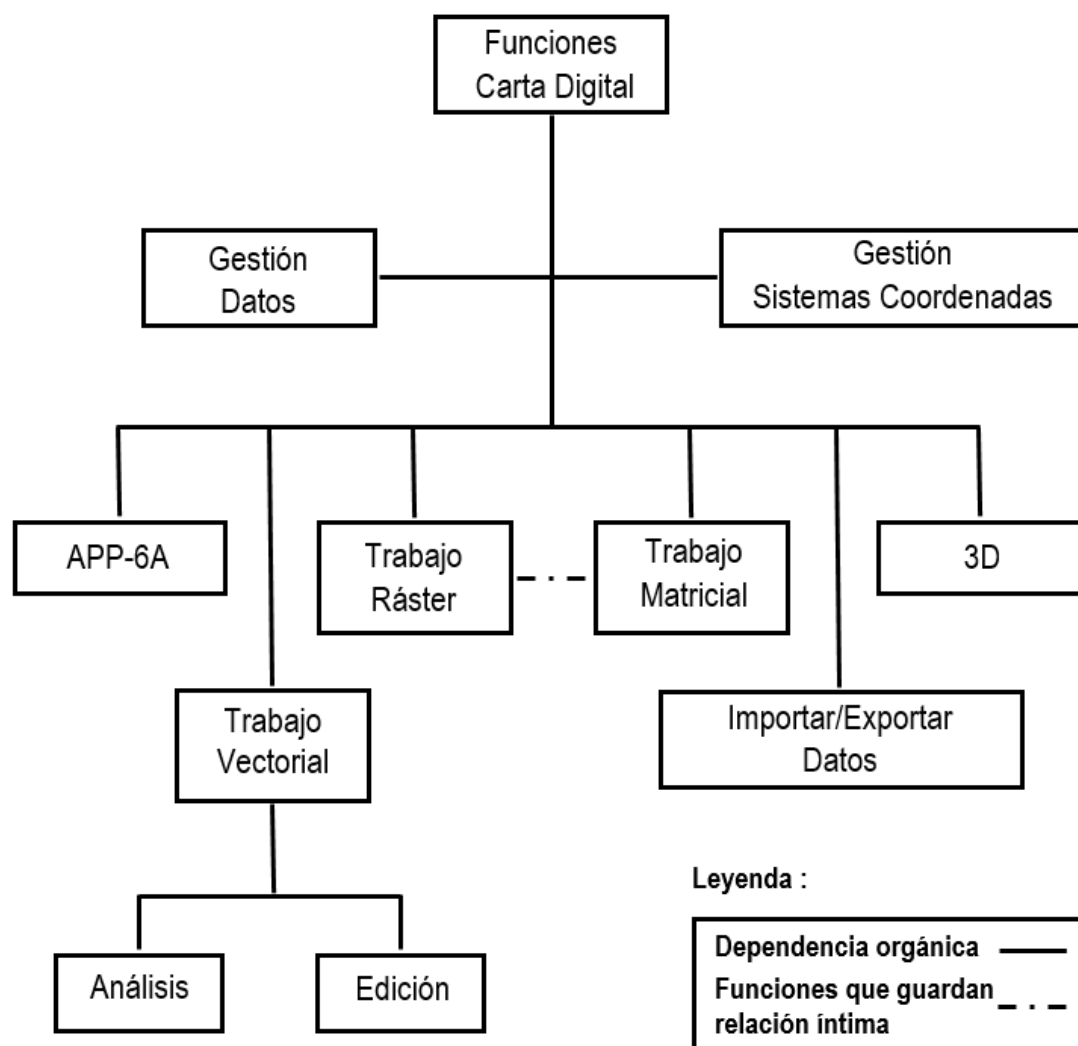


Ilustración P.1. Clasificación conceptual de las funcionalidades identificadas en la encuesta  
(La figura no sigue el orden seguido en el análisis)

Bloque	Función y su explicación	Ejemplo/utilidad de la función en ambiente táctico
Gestión de Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrir datos: abrir cualquier tipo de dato (vectorial, ráster o matricial).</li> <li>- Abrir un Modelo del Terreno: abrir un modelo que recoge las alturas del terreno.</li> <li>- Abrir un conjunto cartográfico: abrir un conjunto de cartografía preconcebida agrupado en un sólo archivo.</li> <li>- Abrir un fichero de estado: abrir una sesión de trabajo que se estaba realizando.</li> <li>- Grabar un fichero de estado: guardar una sesión de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrir un mapa, una imagen satélite...</li> <li>- Abrir un mapa con relieve (con tintas hipsométricas).</li> <li>- Abrir un conjunto de series cartográficas bajo un mismo archivo.</li> <li>- Retomar un análisis cartográfico.</li> <li>- Guardar el tratamiento de una imagen satélite.</li> </ul>
Gestión de Sistemas de Coordenadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión del sistema de coordenadas: establecer las preferencias deseadas en el sistema de referencia a utilizar en el archivo.</li> <li>- Localizar una entidad por sus coordenadas: poner unas coordenadas y encontrar una entidad o viceversa.</li> <li>- Conversor de coordenadas: transformar coordenadas de un sistema de referencia a otro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer el ETRS89 para la cartografía utilizada en un planeamiento.</li> <li>- Identificar objetivos a través de la cartografía digital.</li> <li>- Para pasar coordenadas en cualquier ejercicio conjunto-combinado, se pasan en WGS84 y no en ETRS89.</li> </ul>
Trabajo Vectorial <u>Análisis:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar atributos de entidades: ver rápidamente los atributos (información) de una entidad visualizando sus tablas de atributos.</li> <li>- Consultas SQL: realizar consultas genéricas de las tablas de atributos.</li> <li>- Consultas de filtro por atributo: hacer consultas alfanuméricas a través de operadores lógicos.</li> <li>- Consultas de cálculo de rutas: analizar la información de diferentes rutas.</li> <li>- Consultas de distancia: calcular la distancia entre dos puntos.</li> <li>- Consultas de superficie: calcular la superficie de una región determinada (también se puede mediante polígonos).</li> <li>- Manejo de toponimia: combinar consultas con navegación (necesita conexión a antena GNSS).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saber el historial de IED,s de una ruta. Se puede consultar en los atributos de esa ruta.</li> <li>- ¿Qué municipios pertenecen a la provincia de Qala-i-Naw?</li> <li>- ¿Qué municipios de Qala-i-Naw tienen una población inferior a 200 habitantes?</li> <li>- ¿Qué ruta es la más rápida?</li> <li>- Apoyar la apreciación de distancias. En base al alcance eficaz de los Sistemas de Armas, se puede representar esa distancia en la cartografía digital del programa y así saber dónde establecerse en defensiva y coordinar las consignas de tiro.</li> <li>- Si necesita hacer un cerco, se puede analizar las dimensiones del área y determinar la entidad de la unidad a utilizar.</li> <li>- Navegación como el GPS de un automóvil particular.</li> </ul>

Tabla P.2. Desarrollo de las funciones de los bloques: Gestión de Datos, Gestión de Sistemas de Coordenadas y Análisis Vectorial

Bloque	Función y su explicación	Ejemplo/utilidad de la función en ambiente táctico
Trabajo Vectorial <u>Edición:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waypoint: crear un punto en el mapa.</li> <li>- Línea: crear una línea entre dos puntos concretos.</li> <li>- Track: crear una línea entre dos Waypoints automáticamente.</li> <li>- Ruta: establecer una consecución de muchos puntos.</li> <li>- Áreas: crear un polígono.</li> <li>- Tablas: asignar información a las entidades (vectoriales).</li> <li>- Etiquetas: facilitar la visualización de atributos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcar un punto de coordinación.</li> <li>- Dibujar líneas de coordinación.</li> <li>- Saber el rumbo desde mi localización a un punto determinado</li> <li>- Organizar una marcha de la unidad</li> <li>- Dibujar las posiciones de la unidad para realizar un relevo de posición con otra unidad.</li> <li>- Recoger información de un reconocimiento tras haberlo dibujado en el interfaz.</li> <li>- Saber las etnias presentes de un poblado rápidamente (simplemente con pasar el cursor por encima de la entidad en la interfaz).</li> </ul>
Trabajo Ráster	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga de WMS: descargar datos ráster (mapas, imágenes satélites, ortofotos,...).</li> <li>- Georreferenciar: posicionar espacialmente una entidad (ráster) en una localización definida por un Sistema de Coordenadas y un Datum determinados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita una imagen satélite del callejero de un poblado para un ejercicio y no la pueden proporcionar, se descarga.</li> <li>- Se recibe la imagen de un poblado que hay que limpiar y se necesita superponerla a la cartografía con la que se trabaja.</li> </ul>
Trabajo Matricial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultas de cota: conocer la altura de un punto.</li> <li>- Visualización de pendientes: proporcionar mediante colores las pendientes según el formato INTE de una determinada área del terreno.</li> <li>- Cuencas de Visibilidad: comúnmente llamado zonas vistas y ocultas, permite saber que se ve y qué no desde una determinada posición.</li> <li>- Cálculo de perfiles: presentar en forma de gráfico las diferencias de altura en una ruta o entre dos puntos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saber la altura de una cota en la que se encuentra un asentamiento enemigo.</li> <li>- Evaluar si un vehículo puede soportar una determinada pendiente positiva o negativa a lo largo de una ruta.</li> <li>- De antemano se puede saber que puede verse desde una determinada posición. Por lo tanto, permite facilitar la distribución de la posición defensiva y asegurar el cierre del sector asignado a la unidad.</li> <li>- Conocer los desniveles de una marcha de la unidad.</li> </ul>

Tabla P.3. Desarrollo de las funciones de los bloques: Edición Vectorial, Trabajo Ráster y Trabajo Matricial

Bloque	Función y su explicación	Ejemplo/utilidad de la función en ambiente táctico
APP-6A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simbología: disponer de toda la simbología OTAN según el APP-6A. También permite asignar información al símbolo como si fuera una entidad.</li> <li>- Generar Despliegues: representar sobre el terreno el despliegue de las unidades indicadas. También permite asignar información al despliegue como si fuera una entidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un apoyo a planeamientos conjunto-combinados.</li> <li>- Visualizar los despliegues de la unidad a lo largo del ejercicio en apoyo a la fase de planeamiento</li> </ul>
3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización 3D: añadir la coordenada Z a la cartografía y poder verla en relieve</li> <li>- Video 3D: simular el vuelo por una ruta establecida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoya enormemente el estudio INTE de la fase de planeamiento.</li> <li>- Simular la ruta que va a seguir un convoy.</li> </ul>
Importar/Exportar Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Importar/Exportar a GPS: intercambiar datos con un GPS o viceversa.</li> <li>- Importar/Exportar a Android: intercambiar datos con otros hardware móviles (móvil, Tablet,...) o viceversa.</li> <li>- Importar/Exportar a otro software: intercambiar datos con otros softwares o con otros usuarios con este mismo, o viceversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasar Waypoints a un GPS.</li> <li>- Pasar cartografía generada a la Tablet o al móvil particular.</li> <li>- En un planeamiento se necesita una herramienta que sólo la tiene ArcGIS y el resto del análisis se ha realizado en Carta Digital.</li> </ul>

Tabla P.4. Desarrollo de las funciones de los bloques: APP-6A, 3D e Importar/Exportar Datos

## Anexo Q. Análisis de viabilidad de las funciones de Carta Digital

Ventajas comunes	Desventajas comunes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponen de una amplia gama de herramientas o funcionalidades para el tratamiento de la IG, que van desde el más simple análisis hasta el modelado más complejo.</li> <li>- Conviven diferentes sistemas de proyección en el mismo programa facilitando la visualización de gran variedad de IG.</li> <li>- Son bases de datos sofisticadas que permiten trabajar con diferentes tipos y formatos de datos simultáneamente. Constituyen una tecnología de integración de la IG.</li> <li>- Permiten la interoperabilidad con otros software, de tal manera que un trabajo realizado en un SIG puede ser visualizado por otro usuario en otro hardware y con software diferente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son programas muy técnicos que resultan poco intuitivos para personal inexperto. Es necesario adquirir unos determinados conocimientos en informática y en este tipo de herramientas para tratar la IG correctamente y poder desenvolverse con soltura a través de estos programas.</li> <li>- Tienen gran dependencia de la IG disponible. Cualquier herramienta de las muchas que disponen estos programas es inútil si no se dispone la IG necesaria en el correcto formato.</li> <li>- La interoperabilidad de los SIG es una ventaja indudable, pero cada programa suele trabajar con sus formatos nativos. Ello implica transformar los formatos para aprovecharse de esta ventaja y en ocasiones, para conseguir la compatibilidad con otros formatos, es necesario usar programas o funciones alternativas laboriosas y complejas.</li> <li>- Resulta complicado corregir la implementación de herramientas ejecutadas y comprobar el resultado obtenido. En la mayoría de los casos no existe <i>feedback</i> que permita identificar en qué momento el trabajo se ha desviado del resultado deseado.</li> </ul>

Tabla Q.1. Aspectos comunes de los SIG

Ventajas de CD	Desventajas de CD
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispone de formatos nativos independientes. Esto le permite a CD ser un SIG totalmente independiente de otros software. Cualquiera de sus funciones se ejecuta por sí sola y no necesita de otros SIG o módulos externos para implementarse.</li> <li>- En cuanto a los Sistemas de Proyección:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuenta con un conversor de coordenadas que transforma de forma rápida y directa coordenadas de un sistema de proyección origen a otro deseado.</li> <li>- El programa ofrece una especificidad de las proyecciones cartográficas enfocadas al entorno militar.</li> <li>- Permite el manejo simultáneo de diferentes sistemas de proyección. Las coordenadas asociadas al localizador, a la rejilla y al cursor pueden ser dadas en sistemas de proyección diferentes de tal manera que se dispone de una visualización automática en tres sistemas de coordenadas diferentes.</li> </ul> </li> <li>- Trabaja de manera íntegra con los tres tipos de datos. No es como la mayoría de los SIG cuyo génesis es vectorial o ráster y a partir de este se le van añadiendo módulos para trabajar con otros tipos de datos, limitando así el tratamiento de información de algún tipo de dato.</li> <li>- Dispone de la simbología APP-6A (<i>Military Symbols for Land Based Systems</i>), con acceso sencillo y directo a través del menú de herramientas, para generar simbología militar oficial o despliegues de unidades. Sólo algunos SIG de pago (ArcGIS por ejemplo) disponen de una simbología similar, pero es un módulo independiente de pago.</li> <li>- La visualización 3D también es de fácil implementación y ofrece, en un ordenador personal actualizado, una resolución satisfactoria para lo sencilla que resulta su accesibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pesar de que la interoperabilidad del software es una ventaja clara, en determinadas ocasiones es preciso realizar acciones complejas con otros programas para conseguir el formato deseado.</li> <li>- Se ha producido una notable mejora en versiones posteriores a la 5.7 (5.8 y 5.9), pero pese a los esfuerzos realizados a partir de 2014 para acercar más el programa al usuario común y hacerlo más agradable en su uso, CD sigue sin ser tan intuitiva como otros SIG disponibles en el mercado. Trabajar con CD requiere unos conocimientos previos de informática y bases de datos avanzados superiores a los que se necesitan con otros SIG.</li> <li>- En comparación con otros SIG, el trabajo con tablas de atributos resulta complejo y lento:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el análisis, el programa suele dar errores con consultas que requieran varias entradas, teniendo que realizar cada consulta individualmente para evitar estos problemas. Por ejemplo: consultas sobre otras ya diseñadas o consultas sobre geometrías de tipo compuesto<sup>33</sup>.</li> <li>- En la edición o modelado, CD no dispone de una "Calculadora de Campo" por lo tanto el trabajo se ralentiza notablemente. Por ejemplo: los campos de los atributos deben ser rellenados a mano, para automatizarlo se deben usar otros programas como Acces. Importar, unir o relacionar columnas de tablas con mismo identificador no se puede. Todo ello hace que la simple edición de elementos vectoriales (como puntos, líneas o polígonos para transmitir información útil generada por la propia unidad) sea una tarea tediosa ya que deben ser creados uno a uno, porque todos estos elementos llevan asociados atributos.</li> </ul> </li> </ul>

Tabla Q.2. Aspectos particulares de Carta Digital frente a otros SIG

<sup>33</sup> Las geometrías de tipo compuesto se emplean para representar entidades geográficas que, por su morfología, así lo requieren. Por ejemplo: el conjunto de manzanas que constituye un casco urbano vendría representado por una serie de polígonos que representarían a cada una de las manzanas [33].

## Anexo R. Líneas de mejora

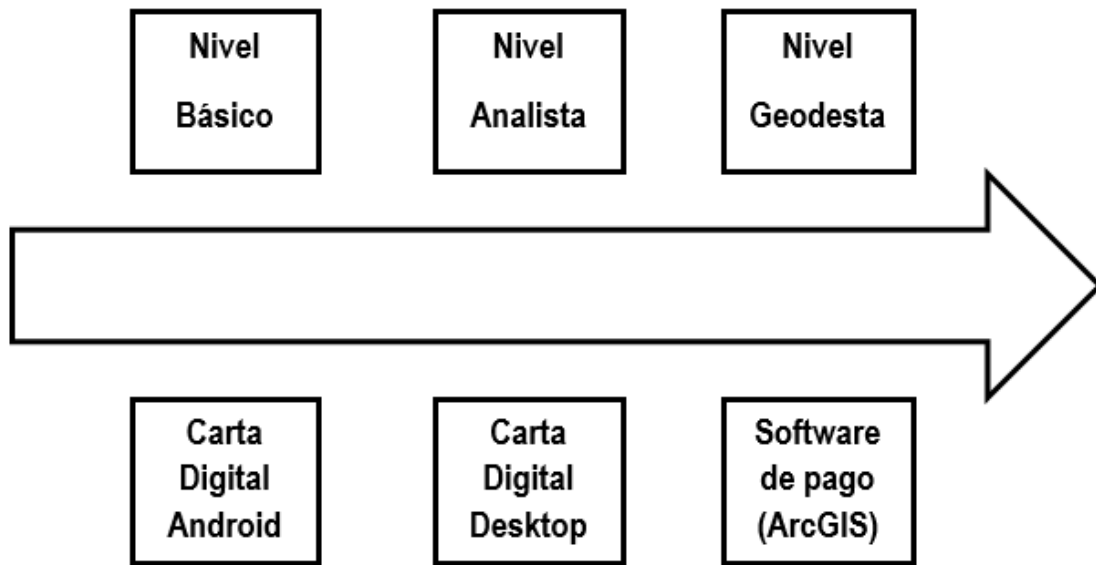


Ilustración R.1. Sectorización usuario-producto  
(Fuente: [33])